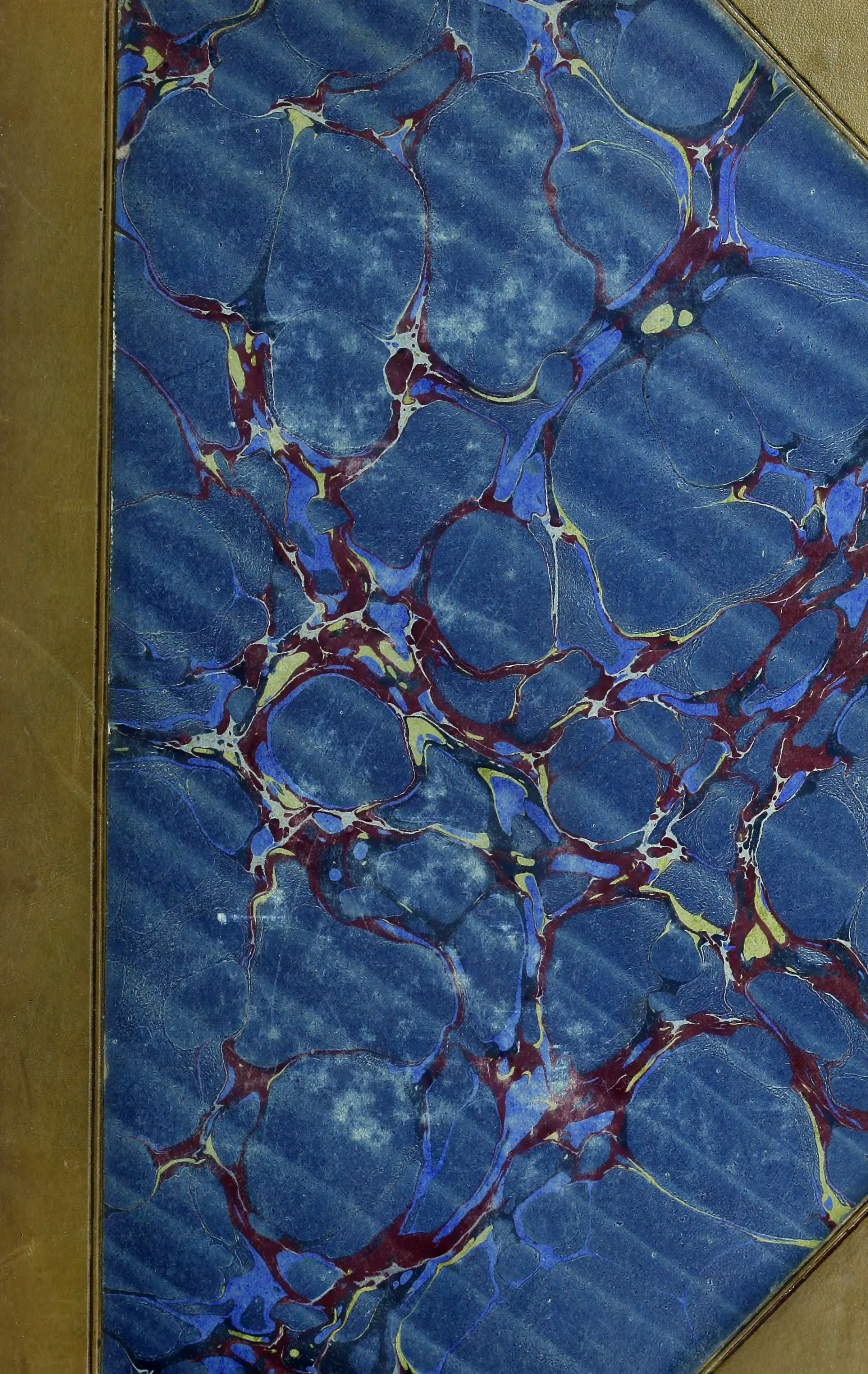


SHOUT
SHARE
IT

S.416.

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

SIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

MM. AD. BRONGNIART ET J. DECAISNE

TOME II

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

PARIS
LIBRAIRIE DE G. MASSON
PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE
1875

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES

BOTANIQUE

OBSERVATIONS
SUR
LES BULBES DES LIS

Par M. P. DUCHARTRE.

(Deuxième mémoire relatif au sous-genre *Cardiocrinum* Endl.)

Mon premier travail sur les bulbes des Lis, qui a paru dans les *Annales des sciences naturelles* en 1872 (5ᵉ série, XVI, 1872, p. 326-356, pl. 15-17), était relatif au *Lilium Thomsonianum* Lindl. (*L. roseum* Wall.; *Fritillaria macrophylla* D. Don, Baker), c'est-à-dire à la petite section ou petit sous-genre *Notholirion* Wall., qui a pour type cette élégante espèce. Celui que je publie aujourd'hui porte sur une autre section du genre *Lilium* qui a été formée par Endlicher (*Genera*, 1836, nº 1098, p. 141) sous le nom de *Cardiocrinum*, et dont le nom indique le caractère le plus saillant par lequel il se distingue, celui d'avoir de grandes feuilles en cœur, longuement pétiolées. Cette section ou sous-genre ne renferme, à ma connaissance, que deux espèces, le *Lilium giganteum* Wall. et le *L. cordifolium* Thunb. Ce sont de grandes et belles plantes à fleurs blanches. La première justifie son nom spécifique par sa haute taille, qui arrive jusqu'à 3 mètres, et elle croît naturellement au milieu des forêts, dans les parties centrales de la chaîne de l'Himalaya, notamment dans le Népaul, à l'altitude de 1500-3000 mètres. La seconde est d'environ moitié moins haute. Elle paraît se trouver uniquement au Japon, disséminée dans toute l'étendue de cet empire, et jusque dans l'archipel des Kuriles, dans les bois et forêts humides, à l'altitude de 130-200 mètres, sans s'y montrer abondante sur aucun point. Celle-ci est appelée par les Japonais *Sjire*, ou mieux *Sjiroi* et *Osjiroi*, d'après Kæmpfer (*Amœn. exot.*, p. 870); *Gawa-juri*, *Uba-juri* ou *Ouba-juri*, d'après d'autres auteurs.

Le sous-genre *Cardiocrinum* Endl. a été adopté par Kunth, par M. de Cannart d'Hamale (*Monogr. histor. et littér. des Lis*, 1870), etc. Même, avant d'être désigné sous son nom actuel, il avait été regardé comme un genre à part, sous la dénomination de *Saussurea* par Salisbury (*Trans. of the Linn. Soc.*, VIII, p. 11), qui, à la vérité, n'accordait pas à la circonscription des genres une aussi grande étendue que la généralité des botanistes. M. J.-G. Baker, dans son *Synopsis* de tous les Lis connus (voy. *Gard. Chron.* du 15 avril 1871, p. 497), avait rattaché purement et simplement à la section *Eulirion* Endl. les *Lilium giganteum* Wall. et *cordifolium* Thunb., qu'il réunissait sous le nom commun de *L. cordifolium* Thunb., en déclarant que ce ne sont à ses yeux que deux « races géographiques ou sous-espèces ». Mais plus tard, dans son Mémoire (1874) sur l'ensemble des Tulipées (*Journ. of the Linn. Soc.*, XIX), il a rétabli ce sous-genre, qu'il n'admettait pas auparavant. Je considérerai, dans le présent travail, le sous-genre *Cardiocrinum* Endl. (1) comme suffisamment caractérisé pour être maintenu, et les *Lilium giganteum* Wall. et *cordifolium* Thunb. comme formant deux espèces distinctes et séparées.

Avant d'exposer les résultats de mes observations sur les Lis de la section des *Cardiocrinum*, je crois devoir faire connaître le motif pour lequel le mémoire actuel ne succède au précédent qu'après un intervalle de plus de deux années. Ce motif consiste dans les difficultés considérables que j'ai rencontrées pour me procurer les sujets des observations qui en ont fourni les éléments. Ces difficultés ne me sont point personnelles ; peut-être même d'autres en eussent-ils éprouvé de plus grandes encore, car mes honorables correspondants sont venus à mon aide avec une obligeance telle que je ne saurais leur en adresser de trop vifs remercîments. Tenant à suivre la formation de la bulbe dans toutes ses phases, je devais remonter à l'origine même de la végétation des plantes : je devais, par conséquent, prendre pour point de départ la graine mûre avec la capsule qui la contient, en observer ensuite la germination, suivre pas à pas le développement de la jeune plante, et m'efforcer d'assister ainsi à l'apparition successive des parties qui composent cette bulbe ; je devais enfin accompagner la croissance de celle-ci jusqu'à son état adulte, qui seul la rend capable de développer une tige terminée par des fleurs, et après celles-ci par des fruits. Par là devait se trouver accompli le cycle entier de la végétation de la plante. J'ai pu réaliser ce plan, sans y laisser, je crois, de lacune notable pour le *Lilium giganteum* Wall., qui sera le principal objet du présent écrit. Pour cette espèce, c'est à M. A. Rivière, l'habile et obligeant jardinier-chef du palais du Luxembourg, que j'ai dû les sujets de mes études. Germinations à différents degrés de développement ; jeunes plantes plus ou moins avancées ; oignons adultes, et même préludant à la formation de leur haute tige florifère ; pieds formés en fleurs ou mûrissant leurs capsules, j'ai tout trouvé dans les serres et les jardins du Luxembourg, où, depuis plusieurs années, ce beau Lis est cultivé avec succès et multiplié de semis sans difficulté.

---

(1) M. K. Koch écrit ce mot *Cardiocrinon*, conformément à l'étymologie grecque.

J'ai été beaucoup moins heureux pour le *Lilium cordifolium* Thunb. Cette espèce, peu commune dans son pays natal, est tout au moins extrêmement rare dans les jardins de l'Europe. Elle était indiquée dans le catalogue pour 1870 de l'établissement horticole de Laurentius avec la note *Selten !* (rare). Aujourd'hui cet établissement n'existe plus. Je ne la vois mentionnée sur aucun catalogue des établissements d'horticulture les plus riches en espèces de Lis, tels que ceux de MM. Van Houtte, en Belgique ; Krelage, en Hollande ; Will. Bull, en Angleterre, etc. Elle ne figure pas davantage sur la liste de Lis japonais que possède et vend M. Teutschel (de Colchester), qui a un correspondant spécial à Yoko-Hama (M. Kramer). Enfin, dans le catalogue, en date de 1874, des plantes rares cultivées dans son jardin, dont il a bien voulu m'envoyer un exemplaire, M. Max Leichtlin, qui, on le sait, possède la collection de Lis la plus riche qui existe aujourd'hui, n'a pas non plus inscrit le *L. cordifolium* Thunb. parmi les nombreuses espèces de ce genre qu'il a pu réunir jusqu'à ce jour. Il est cependant à ma connaissance que cet amateur distingué en élève un grand nombre de jeunes pieds obtenus par lui de semis. Il a eu même la générosité de disposer en ma faveur, au printemps de 1873, de deux de ces très-jeunes pieds, que j'ai pu ainsi dessiner et examiner en détail. Quant à l'oignon adulte, cet obligeant correspondant, ne pouvant lui-même m'en communiquer un exemplaire, a bien voulu en faire rechercher un chez les horticulteurs et amateurs anglais qui collectionnent des Lis ; mais ses démarches n'ont pas eu le moindre succès. J'ajouterai que même l'herbier du Muséum d'histoire naturelle de Paris ne renferme qu'un seul échantillon sec de *Lilium cordifolium* Thunb., que l'étiquette indique comme spontané et comme ayant été donné par Blume.

On verra cependant dans ce mémoire la figure et la description d'un oignon adulte et d'un caïeu de la très-rare espèce dont il s'agit en ce moment. L'un et l'autre se sont trouvés dans ma propre collection de Lis, et me sont venus directement du Japon de la manière suivante :

Au mois de janvier 1873, M^{me} veuve Krætzer m'a fait don, avec une générosité pour laquelle je lui offre ici de vifs remercîments, d'une série de treize bulbes de Lis en bon état, que lui avait envoyés M. Em. Krætzer, son fils, chancelier du consulat de France à Yoko-Hama, au Japon. Sur la liste de ces plantes, il s'en trouvait une inscrite sous le n° 3, et avec le nom japonais d'*Ouba-youri* (ou plutôt *juri*), auquel était jointe la note : « Petit, blanc ; rare. » J'ai rappelé plus haut (page 6) que ce nom d'*Ouba-juri* est l'un de ceux que porte au Japon le *Lilium cordifolium* Thunb. Pendant l'été de 1873, cet oignon a produit une rosette de six feuilles cordiformes, mais plus petites que celles du *Lilium cordifolium* type, et en différant encore à certains égards, de manière à constituer peut-être une forme réduite de l'espèce. Malheureusement, au lieu de fleurir dans les conditions normales, il n'a donné que fort tard, en décembre 1873, une tige rabougrie, mal formée, qui portait une seule fleur monstrueuse. C'est l'ensemble du pied fleuri dans ces conditions anormales que représente la figure 28. En retirant cet oignon de terre pour l'examiner et le dessiner, j'ai trouvé, au niveau de sa base, le caïeu que représente la figure 29. Dans l'espoir que le développement d'une tige si imparfaite n'amènerait pas la mort de la bulbe mère, ou du moins qu'il pouvait exister un ou plusieurs caïeux à l'aisselle de ses écailles, j'ai cru devoir la respecter pour la replanter, et j'ai dès lors renoncé à en faire la dissection (1).

J'ajouterai qu'il m'a semblé utile de ne pas laisser isolées les observations que j'avais pu faire sur la germination et le premier développement du *Lilium giganteum*. J'ai pensé qu'il y avait intérêt à soumettre comparativement au même examen le plus grand nombre possible d'espèces de Lis, étudiées aussi pendant les premiers temps de leur développement, les faits publiés jusqu'à ce jour, à cet égard, étant aussi peu nombreux que possible. Je n'en vois aucun, en effet, dans l'ouvrage de M. Thilo Irmisch sur les tubercules et les bulbes des Monocotylédones (2), et le seul ouvrage qui, à ma connaissance, fournisse une donnée de ce genre, est celui de M. Schleiden (*Grundzüge der wissensch. Bot.*, 3e édit., 1849), qui renferme (2e part., p. 214, fig. 154 A,B,C) trois figures relatives au premier développement du *Lilium pumilum* Red., non accompagnées d'un texte descriptif. Afin de me procurer les matériaux nécessaires pour ces recherches, je me suis adressé à mes honorables et complaisants correspondants ; avec son obligeance habituelle, M. Max Leichtlin a bien voulu m'envoyer de son jardin de Baden-Baden, le 1^{er} avril 1873, quelques germinations des *Lilium cordifolium*, *Thunbergianum*, *tenuifolium* et *callosum;* et, de son côté, M. Krelage a eu la complaisance de m'expédier de Haarlem, le 17 mai suivant, quelques jeunes pieds de semis des *Lilium auratum* Lindl. et *Szovitzianum* Fisch. et Lall. J'ai pu ainsi constater, dans la première formation de l'oignon de sept espèces de Lis, quelques particularités qui, je l'espère, ne paraîtront pas entièrement dénuées d'intérêt (1).

---

(1) Cet oignon est mort en 1874, comme s'il avait donné une floraison normale, et le caïeu lui-même n'a pas tardé à périr.

(2) M. Van Tieghem a décrit, au point de vue anatomique, la germination du *Lilium Martagon* L. (*Ann. des sc. nat.*, 5e sér., 1871, XIII, p. 128).

LILIUM GIGANTEUM Wall.

Le *Lilium giganteum* Wall. (*L. cordifolium* Don non Thunb.) est la plus grande espèce du genre auquel il appartient. Il a été décrit et figuré pour la première fois par Wallich, en 1824, dans son *Tentamen Floræ nepalensis illustratæ* (p. 21-22, pl. 12-13). Plus récemment, le *Botanical Magazine* en a donné aussi la description avec une figure coloriée (pl. 4673, en 1852), qui a été reproduite dans la *Flore des serres* (VIII, p. 59), dans le *Jardin fleuriste* (avec quelques changements dans les fleurs : IV, p. 409-410), etc. Moi-même j'en ai présenté, d'après la plante vivante, une description, que j'ai tâché de faire à peu près complète, dans mes *Observations sur le genre Lis* (voy. *Journ. de la Soc. centr. d'hortic. de France*, 2^e série, 1870, IV, p. 546).

---

(1) Depuis une année environ que ceci a été écrit, j'ai pu examiner des pieds plus ou moins jeunes d'espèces plus nombreuses dont j'ai dû la communication, pour quelques-unes, à M. Max Leichtlin, pour la plupart, à M. Elwes, de Cirencester (Angleterre), savant et très-zélé liriographe, qui va publier une splendide monographie iconographique du genre *Lilium*. J'ai pu moi-même obtenir un certain nombre de germinations au laboratoire de botanique de la Faculté des sciences. Je ne crois pas devoir tenir compte, dans le présent mémoire, de ces nouvelles observations. Je me bornerai à dire que les espèces sur lesquelles elles ont porté sont les suivantes : *Lilium Brownii* Br., *californicum*, *candidum* L., *carniolicum* Bernh., *carolinianum* Michx, *chalcedonicum* L., *columbianum* Hans., *Humboldtii* Roezl et Leichtl., *monadelphum* Bieb., *pardalinum* Kell., *polyphyllum* D. Don., *speciosum* Thunb., *spectabile* Salisb., *Washingtonianum* Kell. (*Note ajoutée pendant l'impression.*)

Je n'ai donc pas à m'occuper ici des caractères qui le distinguent; sa rusticité presque absolue, et la facilité avec laquelle on le multiplie au moyen de ses caïeux et aussi de ses graines, jointes à ses fortes proportions, à la beauté de ses grandes feuilles en cœur, à la grandeur et à la bonne odeur de ses fleurs, l'ont fait rechercher dans les jardins, où il n'est plus très-rare, sans toutefois y être, à beaucoup près, aussi répandu qu'il mériterait de l'être. L'expérience qu'on a pu acquérir déjà dans la culture de cette plante a montré cette particularité presque certainement unique dans le genre *Lilium*, qu'il végète beaucoup mieux quand sa grosse bulbe est enfoncée en terre par sa partie inférieure seulement que quand elle est complétement enterrée. Il y a même, à cet égard, une différence remarquable entre cette espèce indienne et le *Lilium cordifolium* Thunb., du Japon : d'après ce que m'a appris M. Max Leichtlin, d'après son expérience personnelle, celui-ci végète mal, et ne donne que des tiges plus ou moins imparfaites si son oignon n'est tout à fait enterré, comme pour les autres espèces du même genre.

Bulbe adulte ne devant pas fleurir dans l'année. — La bulbe du *Lilium giganteum* Wall., arrivée à l'état adulte, est très-grosse, turbinée, peu serrée. Celle que la figure 1 représente réduite de moitié, quoique bien formée, n'égalait pas encore en volume celles des pieds très-vigoureux et disposés à fleurir dans l'année. Je la prendrai néanmoins pour premier sujet d'étude, d'abord parce qu'elle se trouvait dans l'état le plus propre à faire connaître l'organisation générale de cette partie fondamentale chez l'espèce dont il s'agit ici, et ensuite parce que j'aurai à comparer l'organisation de l'oignon bien formé, mais ne devant pas fleurir, avec celle de l'oignon qui va développer dans l'année sa tige florifère.

Considéré au milieu du mois de mai, moment où il a été dessiné et disséqué, cet oignon avait développé à peu près complétement cinq grandes feuilles normales, cordiformes, qui n'ont pu être indiquées sur la figure 1 que par la partie inférieure de leur pétiole (f^1, f^2, f^3, f^4, f^5). C'étaient là tous les produits visibles extérieurement de la végétation de l'année. Les bases de ces cinq feuilles étaient embrassées par dix grandes écailles plus externes, se subdivisant en deux catégories de cinq chacune, et, d'un autre côté, elles embrassaient et cachaient elles-mêmes un gros bourgeon central formé de feuilles en voie de développement qui s'enveloppaient étroitement l'une l'autre. Examinons de plus près ces divers ordres de formations.

Les grandes écailles charnues qui forment toute la partie externe de l'oignon du *Lilium giganteum* Wall. se distinguent ici en cinq externes, offrant à leur extrémité supérieure une grande cicatrice, et cinq internes, dont le sommet encore intact se prolonge plus ou moins longuement en pointe. Les premières ne sont évidemment pas autre chose que les bases fortement amplifiées et épaissies de cinq feuilles normales, dont la production avait été le premier et le plus énergique effort de la végétation précédente ; les dernières ont été le résultat de cette même végétation, à une époque plus avancée de l'année, c'est-à-dire lorsqu'elle avait déjà beaucoup perdu de sa puissance : de là leurs portions limbaire et pétiolaire ne se sont pas développées, ou ont été à peine indiquées ; de là aussi ces feuilles très-imparfaites sont restées simplement à l'état d'écailles nourricières.

Les écailles externes, partie vaginale des feuilles développées normalement pendant l'année précédente (1, 2, 3, 4. fig. 1), sont brunes, à fond verdâtre, dans la plus grande partie de leur surface, d'une teinte beaucoup plus claire et jaunâtre dans leur portion basilaire, desséchées et plus ou moins désorganisées à leur extrémité supérieure. La substance en est charnue, épaisse, mais, à cette époque de l'année, assez ramollie pour qu'elle cède facilement sous la pression du doigt, malgré leur turgescence apparente. Nous verrons plus loin que, dans les premiers moments de la période végétative, elles sont non-seulement plus fermes, mais encore très-dures. Leur largeur est telle, que les deux plus externes (1, 2, fig. 1) embrassent à elles deux un peu plus que la circonférence entière de l'oignon ; le bord gauche de l'une (1, fig. 1) recouvrant sensiblement le bord droit de l'autre (2, fig. 1), tandis que les deux autres bords se juxtaposent à leur partie inférieure. Les trois autres écailles sont un peu moins élargies dans le bas. Quant à leur disposition, elle est spiralée-quinconciale, comme le montre la figure 1, sur laquelle la série des chiffres qui les désignent (1, 2, 3, 4, fig. 1) indique cet ordre ; cette série se compléterait par une cinquième écaille, située en arrière et un peu à droite, qu'on ne peut voir sur le dessin, en raison de sa situation. Ce même ordre, qui avait présidé à la succession du développement des cinq feuilles, se reconnaît encore à l'inégalité de leur cicatrice terminale, les deux internes dans le quinconce (4, 5) étant notablement plus étroites, et offrant un prolongement terminal bien marqué, mais à peu près sec, qui résulte de la destruction plus tardive de deux pétioles plus grêles.

Quant aux écailles internes ou écailles nourricières, elles se montrent membraneuses, minces, déjà plus ou moins désorganisées et déchirées longitudinalement à leur partie inférieure ; il est donc évident qu'elles ont été épuisées par la végétation actuelle, à laquelle elles ont fourni les substances nutritives qui étaient déposées dans leur tissu. Leur extrémité supérieure s'étend en un prolongement aigu, lancéolé, qui constitue une membrane scarieuse, assez longue déjà pour a^{iv}, un peu plus large et plus longue d'environ $0^{\text{m}},02$ pour la cinquième, qui n'est pas visible sur la figure 1, et qui devrait être désignée par a^{v}. Ces deux dernières écailles sont notablement plus étroites que les trois qui se trouvent plus en dehors, et qui égalent à peu près en largeur les écailles épaisses et charnues sous lesquelles on les trouve. L'ordre de situation est le même pour ces écailles nourricières que pour les cinq externes, c'est-à-dire qu'il est quinconcial.

On voit, d'après ce qui précède, que, dans chacun des deux cycles d'écailles dus à la végétation antérieure, la largeur va en décroissant, de l'extérieur vers l'intérieur, dans le sens de l'ordre spiral d'insertion, tandis que l'allongement relatif procède en sens inverse.

La végétation actuelle a produit, au moment présent, cinq grandes feuilles en cœur, munies chacune d'un long et gros pétiole. La partie inférieure de ces pétioles est reproduite sur la figure 1, et, à leur centre, on y voit en *l* le petit limbe enroulé sur lui-même de la feuille (*f*, fig. 3) destinée à ne prendre qu'un faible accroissement, dont la gaîne amplifiée forme l'enveloppe du bourgeon central. Comme le montre la série des lettres qui désignent les cinq feuilles arrivées maintenant à leurs dimensions à peu près définitives (f^1, f^2, f^3, f^4, f^5, fig. 1), l'ordre de situation de ces organes est quinconcial comme celui des écailles, et les proportions relatives de ces feuilles sont en parfait accord avec ce que nous avons vu plus haut sur ces mêmes écailles : ainsi les trois qui se trouvent le plus à l'extérieur (f^1, f^2, f^3) offrent un pétiole très-épais, fortement élargi dans sa portion inférieure, de manière à devoir laisser, quand il se détruira lui-même, une grande et épaisse écaille charnue, terminée par une large cicatrice. La quatrième et la cinquième (f^4, f^5, fig. 1) offrent au contraire un pétiole beaucoup plus grêle, qui surmonte une dilatation basilaire moins considérable. On voit donc dès cet instant qu'il y aura une complète identité de proportions relatives et de situation entre les écailles externes de la végétation antérieure et celles qui survivront à la végétation actuelle.[1]

Cette identité se retrouve encore entre les écailles nourricières de la végétation précédente et celles que forme en ce moment la végétation actuelle. En effet, si nous examinons de près la masse qui existe au cœur même de l'oignon, et que j'ai déjà appelée, pour abréger, le bourgeon central, nous verrons qu'il ne peut en provenir de feuille normale, à limbe en cœur, et que, par suite, il n'en restera que des écailles semblables aux écailles nourricières de la précédente végétation. Au moment actuel, la plus développée de ces petites feuilles centrales est celle qui, par sa gaîne allongée et fortement élargie (*f*, fig. 3), enveloppe entièrement toutes les parties plus jeunes et plus internes. Celle-ci est surmontée d'un limbe caractérisé (*l*), mais de faibles dimensions, qui s'accroîtra fort peu et n'aura qu'une courte existence. La deuxième feuille de ce bourgeon central élève à la hauteur de *e* (fig. 3) l'extrémité de son limbe rudimentaire, qui est réduit au point de ne constituer qu'une petite lanière, longue seulement de 0^{m},01, et déjà sphacélée, de manière à prouver que sa croissance est arrêtée. Sous celle-ci, on en trouve une troisième, longue de 0m,03, et dont le sommet est également sphacélé; enfin on ne voit pas le moindre indice de prolongement limbaire à l'extrémité de la quatrième, qui n'excède pas 0m,01 en longueur; ni de la cinquième, qui est longue de 0m,003 seulement; ni de la sixième, qui mesure à peine 0m,0015 de longueur, et qui abrite l'extrémité de l'axe fondamental plane ou même légèrement déprimée. La végétation de l'année présente ne donnera donc que cinq ou six feuilles centrales, sans limbe, ou n'en offrant qu'un rudiment plus ou moins imparfait, et qui resteront finalement à l'état d'écailles nourricières. Ainsi les produits de la végétation actuelle seront en tout semblables à ceux de la végétation précédente.

La situation relative des jeunes écailles nourricières est analogue, comme le montre la coupe transversale (fig. 4) menée tout au bas du bourgeon central, à l'arrangement quinconcial, sans être devenue encore rigoureusement identique avec lui. On pourrait dire qu'il constitue, au moment présent, une sorte de transition entre la disposition distique et le quinconce; mais il ne me semble pas douteux que tout vestige de l'ordre distique ne doive promptement disparaître, à mesure que ces organes encore fort jeunes avanceront dans leur croissance. Sur cette figure 4, la série des chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, indique ces organes foliaires destinés à devenir des écailles nourricières et se recouvrant l'un l'autre de dehors en dedans.

En résumé, l'oignon adulte du *Lilium giganteum* Wall., qui vient d'être décrit, a donné annuellement et deux fois de suite dix productions foliaires, dont les cinq premières en date, étant le résultat de la végétation dans sa période de grande activité, sont devenues des feuilles parfaites, de dimensions considérables, tandis que les cinq autres, opérant leur croissance au déclin de la force végétative, n'ont développé que leur portion vaginale, avec ou sans indice de limbe. Les premières ont laissé après elles les grandes écailles externes à cicatrice terminale, les dernières sont devenues ou deviendront les écailles nourricières destinées à s'épuiser les premières par le fait de la végétation suivante. Ce nombre de dix productions foliaires se subdivisant en deux catégories successives de cinq chacune n'est pas absolu : à cet égard, l'âge et la vigueur des pieds exercent une grande influence ; mais je crois que c'est une moyenne en dessus et en dessous de laquelle les oignons formés ne doivent offrir que des oscillations assez faibles.

L'axe fondamental qui sert de support commun à toutes les parties constitutives de l'oignon adulte acquiert, chez le *Lilium giganteum* Wall., plus de développement que dans la généralité des autres espèces du même genre. En outre, comme on le voit sur sa coupe longitudinale (fig. 3), il offre cette particularité qu'il semble composé de deux parties superposées que séparait, sur le sujet examiné, une ligne transversale, simple section d'un plan horizontal. Ces portions superposées ont pris une croissance en rapport avec les progrès de l'âge : ainsi la supérieure (fig. 3), à laquelle s'attachaient les écailles (*sq.*) et les feuilles (insérées en *d*) actuellement existantes, est beaucoup plus haute et plus large que l'inférieure (*b*) qui l'a précédée. Celle-ci, à son tour, est tronquée inférieurement par l'effet de la destruction de la partie axile qui avait été encore antérieure en date. Cette destruction par le bas, corrélative d'un allongement graduel par le haut, est un fait trop connu chez les végétaux monocotylédonés pour qu'il soit nécessaire d'y insister.

C'est aussi selon l'ordre habituel chez les végétaux monocotylés, c'est-à-dire de bas en haut, que se produisent les racines qui tirent toutes leur origine de l'axe fondamental. Les figures 1 et 3 montrent ce développement successif. Il est facile de comprendre, à la vue de la dernière, que ceux de ces organes qui nourrissaient la bulbe jeune ont déjà disparu avec la portion de l'axe qui a dû être inférieure à la troncature actuelle ; d'un autre côté, la première montre des racines très-jeunes et encore plus ou moins courtes (*r*, *r*, *r'*, fig. 1), qui sont nées si haut sur l'axe, que, pour se faire jour au dehors, elles ont dû traverser la substance même des écailles. Ces racines jeunes, formant comme le prélude de la végétation prochaine, ont en général une moindre épaisseur que celles (*ra*, *ra*, fig. 1) qui ont fourni au développement des parties actuellement existantes; elles sont encore simples, blanchâtres, terminées par une pilorhize jaunâtre, tandis que leurs aînées portent de nombreuses radicelles et ont une couleur jaune brunâtre.

Bulbe adulte se disposant à fleurir.—La bulbe complétement adulte, déjà pendant l'hiver et dès son entrée hâtive en végétation, indique d'ordinaire par des signes appréciables à l'extérieur si elle doit développer dans l'année sa tige florifère. Ces signes sont : 1° l'émission d'un cône central fortement proéminent, formé par plusieurs des écailles nourricières de l'année précédente qui se sont allongées d'autant plus qu'elles étaient plus internes, en devenant vertes et foliacées; 2° l'apparition d'une vraie couronne de gros caïeux déjà en végétation, autour de la base de l'oignon lui-même. Il ne faut cependant pas prendre ces signes comme annonçant toujours une prochaine floraison.

Une forte bulbe arrivée à cet état est représentée, entière et réduite à la moitié de ses proportions réelles, sur la figure 8. Elle m'a été donnée généreusement par M. A. Rivière, le 4 février 1874. L'examen que j'en ai fait, et dont je vais résumer les résultats, m'a montré que le prélude de la floraison était accompagné de modifications notables dans sa constitution intérieure, et que dès lors elle offrait des différences marquées avec celle que je viens de décrire.

Cet oignon complétement adulte était très-fort et ne mesurait pas moins de 0m,24 de tour. Son cône foliacé central, formé par la superposition des écailles nourricières internes considérablement développées en longueur, bien que ne laissant pas voir encore le sommet des feuilles cordiformes, dépassait déjà de 0m,035 l'extrémité de l'écaille la plus longue. De sa partie inférieure partait une énorme masse de racines qui remplissait à peu près le pot, large de 0m,25, dans lequel la plante était cultivée. Ces racines étaient peu inégales en grosseur, épaisses de 0m,003-0m,004, chargées d'une grande quantité de radicelles ramifiées elles-mêmes.

Les écailles externes ou à grande cicatrice terminale, c'est-à-dire ayant formé la gaîne épaissie de feuilles normales pendant la végétation précédente, sont au nombre de six et occupent deux tours de spire à fort peu près complets. La substance en est très-épaisse et très-ferme, dure même (1). Leurs bords sont fortement amincis. Comme le montre la figure 8, elles sont d'autant plus élargies transversalement et plus courtes qu'elles sont plus externes, que leur cicatrice terminale est plus grande; en d'autres termes qu'elles supportaient, l'an dernier, un pétiole plus épais et une feuille plus grande. Leur face externe est brun foncé dans la portion de son étendue qui était à découvert; mais ce brun est comme superposé à un fond général vert, qui devient d'autant plus apparent que l'écaille est plus interne. D'un autre côté, la portion non découverte de cette surface étant verte ou verdâtre, il s'ensuit que les portions brune et verte de cette même surface sont étendues en raison inverse l'une de l'autre. Quant à la face interne de ces écailles, elle est verdâtre dans leur portion supérieure, sur un tiers à une moitié de leur hauteur, blanche dans le bas avec une transition assez rapide entre ces deux teintes.

La spire se continue sans interruption des écailles externes marquées d'une grande cicatrice terminale, c'est-à-dire foliifères, aux écailles internes, sans cicatrice terminale, c'est-à-dire nourricières; néanmoins, comme dans l'oignon précédemment décrit, il y a un saut des plus brusques et absence complète de transition entre ces deux catégories d'écailles. En effet, comme on le voit sur la figure 8, à la dernière écaille externe 6, que termine une forte cicatrice, qui par conséquent a été la portion basilaire d'une grande feuille normale cordiforme, succède immédiatement, dans l'ordre spiral, la première écaille nourricière a^1, qu'on voit surmontée uniquement d'une petite pointe longue d'environ 0^{m},01 et déjà sèche, très-imparfait indice de la portion non vaginale de la feuille. Ce rudiment lui-même fait à peu près défaut et se réduit à une petite pointe terminale sur les écailles nourricières a^{II}, a^{III} ; il manque enfin complétement sur les suivantes. Le brunissement de la face externe et l'épaisseur du tissu décroissent avec la même rapidité. La première écaille nourricière a^{I} n'est brunie sur fond vert très-apparent que dans son tiers supérieur ; a^{II} n'offre cette même couleur, due visiblement à des points bruns rapprochés, que vers sa pointe même et un peu plus bas sur sa ligne médiane ; a^{III} ne montre qu'un léger glacis brun sur fond vert, à sa pointe ; enfin à partir de a^{IV} toute trace de brun a disparu, et le vert a envahi la surface entière des écailles. L'épaississement du tissu de ces écailles diminuant à mesure que se restreint l'étendue de la coloration brune, l'épaisseur maximum de a^{I} est encore de $0^{m},008$; celle de a^{II} n'est déjà que de $0^{m},005$, et seulement sur une bande médiane ; a^{III} est à peu près entièrement foliacée, avec une épaisseur maximum de $0^{m},0025$ sur sa ligne médiane et seulement vers le haut ; a^{IV} n'a plus que son extrémité en pointe sensiblement épaissie ; enfin a^{V} commence la série des écailles nourricières qui sont devenues minces et foliacées dans toute leur étendue.

---

(1) L'écaille 1, dans sa partie la plus renflée, est épaisse de 0^{m},015 ; 2 et 3 atteignent 0^{m},02 dans leur plus grande épaisseur ; la diminution d'épaisseur est faible pour 4, plus marquée pour 5 ; enfin, l'écaille 6, quoique notablement plus étroite et plus allongée, garde encore 0^{m},01 d'épaisseur, un peu au-dessus du milieu de sa hauteur.

En même temps qu'elles sont devenues vertes et foliacées, les écailles nourricières internes se sont allongées de plus en plus, et cet allongement notable s'est produit brusquement entre a^{IV} et a^{V}. C'est donc à partir de cette même écaille nourricière a^{V}, toute foliacée et simplement apiculée sur son extrémité supérieure arrondie, qu'a commencé de s'exercer énergiquement l'influence de la végétation actuelle, qui devait amener, j'ai lieu de le croire, la production d'une tige florifère (1). Sous cette influence il s'est produit une différence importante entre l'oignon déjà gros mais ne devant pas fleurir dans l'année, comme celui que représente la figure 1 et celui dont il s'agit en ce moment (fig. 8), qui prélude au développement de sa tige florifère : cette différence consiste en ce que, dans le premier, les écailles nourricières sont peu nombreuses et conservent une configuration peu différente de celle des écailles externes, puisqu'elles se terminent seulement par un petit appendice membraneux et scarieux, tandis que, dans le dernier, ces mêmes écailles nourricières sont plus nombreuses, que les quatre premières d'entre elles conservent seules la configuration et l'apparence d'écailles triangulaires et pointues, et que toutes les autres prennent un accroissement d'autant plus grand qu'elles sont situées plus près du centre, tout en devenant foliacées et en modifiant leur contour général. En effet, de triangulaires que sont les premières, qui s'attachent par une large base au-dessus de laquelle elles se rétrécissent jusqu'au sommet, on les voit passer successivement à une forme d'abord en courroie, puis oblongue avec une base sensiblement rétrécie. Nous allons aussi constater qu'une autre modification plus essentielle encore se produit dans les parties plus internes de ce même oignon.

---

(1) Les écailles nourricières internes (gaînes) devenues foliacées ont les dimensions suivantes : a^{IV} (qui est postérieure) a $0^{m},078$ de long sur $0^{m},037$ de largeur à la base ; a^{V} mesure $0^{m},092$ en longueur, $0^{m},038$ en largeur à la base ; $a^{VI} = 0^{m},102$ de long, $0^{m},032$ à sa base, qui est sa partie la plus large ; $a^{VII} = 0^{m},115$ de long, et sa plus grande largeur, qui se trouve vers son milieu, $= 0,^{m}033$, tandis que sa base même n'a que $0^{m},028$; enfin, a^{VIII} est longue de $0^{m},123$, large de $0^{m},032$ vers son milieu, de $0^{m},028$ à sa base. Cette dernière est notablement épaissie et plus ferme sur une bande longitudinale médiane, qui lui forme comme une ébauche de côte.

En effet, si l'on enlève les écailles externes (de 1 à 6) et les écailles nourricières (de a^{I} à a^{VIII}, fig. 8), on met à nu la masse centrale constituée par une série de feuilles normales, à limbe en cœur et à gros pétiole encore court, qui se recouvrent l'une l'autre, et qui ne devaient pas tarder, en continuant de croître et de s'allonger, à se montrer librement au dehors. Il n'y a pas la moindre transition entre la plus interne des écailles nourricières et la plus externe des feuilles normales : la première est constituée par une gaîne foliaire passée à l'état d'expansion membraneuse verte, un peu épaissie vers le bas, sur sa ligne médiane ; la dernière a un limbe déjà grand, cordiforme, fortement nervé, parcouru par une très-grosse côte médiane, avec un pétiole très-épais et court. La base de cette feuille, qui, dans la marche normale des choses, devrait devenir une grande et épaisse écaille à cicatrice terminale, n'est ici que faiblement dilatée.

Sous cette feuille il s'en trouve une assez nombreuse série d'autres également normales, c'est-à-dire cordiformes et pétiolées, s'enroulant en cornet les unes autour des autres, et diminuant de grandeur, lentement pour celles qui se trouvent vers l'extérieur du faisceau, beaucoup plus rapidement pour celles qui se rapprochent du centre (1). C'est la huitième de ces feuilles normales que représente, de grandeur naturelle, la figure 8 A, telle qu'elle se trouvait disposée et placée au sommet de l'axe fondamental dont la section longitudinale a été faite un peu en avant de son plan moyen. La comparaison des figures 8 A et 3 montre que l'axe fondamental ne diffère en rien d'essentiel dans les deux cas. Il est de même tronqué à sa partie inférieure, conformé supérieurement en un gros tronc de cône qui est plus large que la portion sous-jacente; celle-ci est non-seulement tronquée, mais encore un peu excavée dans le bas : c'est, avec les racines qui partent de sa surface latérale, tout ce qui reste des produits de la végétation antérieure à la formation des écailles actuellement existantes.

C'est sur la portion supérieure et la plus large de l'axe fondamental que s'attachent les écailles des deux sortes qui constituent en majeure partie l'oignon actuel. Les feuilles normales, non visibles encore à l'extérieur, s'attachent sur la troncature de cette même partie de l'axe, au centre de laquelle on voit (fig. 8 A) que se trouve la huitième feuille (f^8) enroulée autour de quelques autres plus jeunes encore. La série des figures 8 A, 8 B, 8 C, 8 D, 8 E montre la succession de toutes ces feuilles et leur disposition relative ; on voit, en les comparant l'une avec l'autre, que la huitième (f^8) s'enroule autour du faisceau entier, que la neuvième (f^9) est ployée en deux sur sa côte médiane, avec ses deux bords simplement infléchis, et que dans la cavité qu'elle embrasse ainsi (cette cavité se montre ouverte sur la figure 8 C par une coupe longitudinale) se trouve logée une dixième feuille (f^{10}) ployée de même et beaucoup plus petite. Celle-ci est la dernière de celles qui ont assez dessiné leurs parties pour qu'on y reconnaisse sans peine un limbe en cœur fortement nervé, muni d'une épaisse côte médiane, qui continue directement un gros et court pétiole ; cette dixième feuille n'a cependant que 0^m,005 de longueur totale. Quant aux trois derniers de ces organes que la dissection m'ait fait reconnaître au centre de ce bourgeon terminal, ils n'ont pas encore distingué leur limbe et leur pétiole : la moins jeune (f^{11}), dont la longueur totale n'est guère que de 0^m,001, forme une éminence à peu près conique, canaliculée à son côté interne ; la douzième et la treizième (f^{12}, f^{13}) sont à l'état de mamelons dont le dernier (f^{13}) vient seulement d'émerger du sommet végétatif de l'axe. Je ne doute pas que ces trois dernières productions de l'axe ne fussent destinées à revêtir bientôt et successivement les caractères de feuilles normales, puisque la tige florifère n'en porte pas d'autres et n'offre rien qui rappelle des écailles nourricières. En outre, comme on le voit sur la figure 5, le nombre des feuilles qui s'attachent à la base de la tige florifère et qui finissent par y laisser la longue et étroite cicatrice de leur insertion, correspond à celui de ces organes que nous venons de voir déjà formés dans l'oignon adulte près de monter à fleurs, selon l'expression habituelle des jardiniers ; il ne reste donc plus à naître que les feuilles qui proviendront de la tige à mesure qu'elle-même se développera et qui s'échelonneront sur ses côtés à des intervalles plus ou moins longs. Même dans le nombre des jeunes feuilles déjà existantes que je viens de décrire, quelques-unes seront entraînées par la tige, pendant sa croissance en hauteur, et finiront par se trouver à un niveau plus ou moins élevé au-dessus du sol.

---

(1) Voici les dimensions des huit premières de ces feuilles numérotées de l'extérieur vers l'intérieur du faisceau. La 1re = 0^m,122 de longueur; son limbe = 0^m,011, du sommet au bout de l'une des deux oreillettes basilaires, 0^m,007 de largeur; son pétiole = 0^m,038 de longueur, 0^m,023 de largeur à l'insertion, 0^m,006 d'épaisseur peu au-dessus de sa base. La 2^e = 0^m,120 de longueur totale; 0^m,103 pour le limbe, en long, 0^m,072 en large; 0^m,034 pour le pétiole. La 3^e = 0^m,105, avec limbe de 0^m,092 sur 0^m,065; 0^m,027 pour le pétiole. La 4^e = 0^m,083, avec limbe de 0^m,078 sur 0^m,054; 0^m,018 pour le pétiole. La 5^e = 0^m,070, avec limbe de 0^m,065 sur 0^m,043; 0^m,012 pour le pétiole. La 6^e = 0^m,052, avec limbe de 0^m,049 sur 0^m,035; 0^m,010 pour le pétiole. La 7^e = 0^m,035, avec limbe de 0^m,033 sur 0^m,022; 0^m,007 pour le pétiole. La 8^e = 0^m,020, avec limbe de 0^m,018; 0^m,004 pour le pétiole.

En résumé, chez le *Lilium giganteum* Wall., les produits de la végétation qui aboutit au développement des fleurs diffèrent essentiellement, quant à leur nombre et à leur nature, de ceux des végétations antérieures : celles-ci donnent toutes un certain nombre de productions foliaires qui se divisent nettement et sans transition en deux catégories : 1° feuilles normales dont la gaîne considérablement épaissie restera sous la forme d'écailles externes à large cicatrice terminale ; 2° écailles nourricières dans lesquelles il n'existe qu'une portion vaginale médiocrement épaissie et non surmontée de limbe ni de pétiole, ou n'en portant qu'un faible rudiment ; celle-là ne produit exclusivement que des feuilles normales, sans écailles nourricières, et ces feuilles ne développent point leur portion basilaire en écailles charnues, de sorte que, à la fin de leur existence, elles tombent tout entières sans rien laisser qui les rappelle ni qui en ait fait partie. En outre, cette même végétation florifère commence, si l'on peut ainsi parler, à exercer son influence dès la fin de la période végétative précédente ; elle détermine la production d'un nombre d'écailles nourricières plus grand que celui des feuilles normales de la même période ; elle maintient fraîches et vivantes la plupart de ces écailles nourricières (les internes) et en détermine le développement en expansions foliacées, tandis que, dans les périodes végétatives non florifères, ces mêmes écailles nourricières, remplissant le rôle qui leur a valu leur dénomination, s'épuisent d'assez bonne heure pour aider à la formation de feuilles nouvelles et ne tardent pas à se désorganiser.

Production des caïeux chez le Lilium giganteum Wall. — Pendant le cours du développement qui doit le mettre en état de fleurir, l'oignon de ce Lis donne naissance successivement à des caïeux qui doivent lui survivre et qui permettent de multiplier la plante plus rapidement que par la voie des semis. Ces caïeux naissent à l'aisselle des écailles de la bulbe. Comme celles-ci sont reportées en dehors à mesure que l'accroissement se fait par le centre, qu'elles dépérissent pour disparaître finalement dans le cours de la période végétative qui suit celle pendant laquelle elles se sont formées, les caïeux suivent nécessairement la même marche ; après la destruction des écailles à l'aisselle desquelles ils sont nés, ils se trouvent placés autour de la base de la bulbe mère ou un peu plus bas, en cercle plus ou moins irrégulier, et ils se montrent plus ou moins développés selon qu'ils sont nés plus ou moins tôt. Ainsi la base d'un pied de *Lilium giganteum* qui a fleuri et fructifié est accompagné d'une couronne de caïeux dont certains ont déjà un fort volume, et dont le nombre total est en moyenne de six ou sept. Ce nombre s'élève à une dizaine pour les pieds très-vigoureux ; il descend à quatre ou cinq pour ceux qui ont végété faiblement. Cette origine et cette sorte d'expulsion graduelle des caïeux se retrouvent chez la plupart des espèces de Lis ; mais le Lis gigantesque offre, à cet égard, une richesse de production et une régularité de développement supérieures à ce qu'on voit dans la généralité de ses congénères.

J'ai dit que les caïeux naissent à l'aisselle des écailles de la bulbe ; je n'en ai vu qu'à celle d'écailles externes, c'est-à-dire qui avaient survécu à des feuilles normales. Je dois faire observer que je prends ici le mot d'aisselle dans un sens très-large et comme désignant la largeur entière de l'angle formé par l'écaille avec l'axe. En effet, prenons pour exemple ce que m'a offert l'oignon adulte représenté par la figure 8. L'écaille 3 cachait deux caïeux situés, non devant sa ligne médiane, c'est-à-dire à son aisselle proprement dite, mais devant ses deux côtés et tout près de ses bords. Ils étaient fort inégaux de grandeur : celui de droite, que représente grossi la figure 9, n'était encore long que de 0^{m},012, tandis que celui de gauche, que j'ai dessiné de grandeur naturelle sur la figure 10, avait déjà le double de cette longueur ou 0^{m},024 ; mais les caractères généraux de leur structure et leur forme étaient les mêmes. Le plus saillant de ces caractères, c'est que chacun d'eux avait une enveloppe externe incomplète, formée d'une préfeuille ployée en carène, de manière à présenter un côté interne un peu plus large que le côté externe, et prolongée en bec à son extrémité supérieure. La figure 11, qui représente la coupe menée vers le milieu du premier de ces deux caïeux (fig. 9), montre, sur une section transversale, la situation relative de la préfeuille et des deux feuilles les plus développées ou les plus externes de ce bourgeon qui n'a pas encore l'apparence par laquelle se distinguent habituellement les caïeux.

Les deux préfeuilles avaient leur ouverture en regard, par conséquent tournées vers la gauche pour le caïeu de droite, à droite pour le caïeu de gauche, et ces deux ouvertures laissaient plus ou moins apparentes à l'extérieur de petites feuilles normales, à limbe en cœur fortement nervé, pourvues d'un gros et court pétiole. C'est ce que montrent les deux figures 9 et 10.

Les deux caïeux dont je parle étaient fortement comprimés du dehors au dedans de l'oignon mère ; leur face externe, appliquée contre l'écaille mère, était plane, tandis que l'interne était convexe, surtout sur sa ligne médiane et vers le bas, sa convexité occupant une fossette correspondante, qui pour cela était creusée dans la base des écailles plus intérieures de l'oignon. Ailleurs la préfeuille occupe une position plus décidément interne, par conséquent plus normale, et s'adosse tout à fait contre l'axe. C'est ce que montre, par exemple, la coupe transversale (fig. 7) d'un caïeu que m'a offert l'oignon représenté par la figure 1, et dans lequel, l'époque à laquelle la coupe a été faite étant plus avancée (10 mai), toutes les parties qui le formaient, tant la préfeuille *pr* que les écailles plus internes *a*,*b*,*c*, avaient déjà pris une grande épaisseur.

Quant à l'organisation interne des deux caïeux que je viens de décrire, elle était la même dans l'un et l'autre, avec cette seule différence que le plus avancé offrait dans la cavité de la préfeuille quatre petites feuilles normales, ayant le limbe en cœur fortement nervé, ployé en long sur sa grosse côte et un court pétiole fort épais, tandis que le plus petit n'offrait que trois de ces feuilles. Dans l'un et l'autre, immédiatement en dedans de la plus jeune feuille, se trouvaient : 1° un organe foliaire très-jeune, en simple prolongement oblong et canaliculé à sa face interne, qui me semble devoir être une écaille nourricière presque naissante; 2° un très-petit mamelon central hémisphérique, dernière production du point végétatif, dans lequel je présume qu'on doit voir une deuxième écaille nourricière naissante.

Outre ces deux caïeux de formation récente, et les seuls qu'eût donnés la dernière période végétative, l'oignon adulte que représente tout entier la figure 8 en avait produit plusieurs d'une origine fort antérieure, puisque la destruction des écailles à l'aisselle desquelles ils étaient nés les avait laissés libres, et que, par l'effet de leur âge, ils avaient acquis un volume beaucoup plus fort. Les plus avancés d'entre eux n'avaient pas moins de 4 à 5 centimètres de long. C'est un caïeu de ce genre que reproduit, de grandeur naturelle, la figure 6. On voit que la plus grande partie de sa masse est formée par deux écailles externes fort épaisses, 1, 2, au sommet desquelles une large cicatrice montre que chacune d'elles se prolongeait d'abord en une feuille normale aujourd'hui détruite. Plus intérieurement que ces deux épaisses écailles, on remarque l'extrémité supérieure de trois écailles nourricières a^{I}, a^{II}, a^{III}, dont les dimensions en tout sens sont beaucoup plus faibles.

Enfin un état intermédiaire, entre celui des deux jeunes caïeux (fig. 9, fig. 10) et du gros caïeu (fig. 6), est représenté par la figure 2. Comme on le voit en *c*, fig. 1, la croissance de la bulbe mère avait repoussé ce caïeu jusqu'en dehors de l'écaille la plus externe 1, et pendant ce temps ce caïeu lui-même avait développé son unique feuille normale composée d'un petit limbe en cœur longuement pétiolé. La figure 2 montre ce caïeu isolé, et l'on voit qu'il est de forme ovoïde-oblongue, peu renflé, constitué par la portion vaginale de sa feuille fortement épaissie; il présente comme centre un axe assez allongé (*a*), encore entier, c'est-à-dire n'ayant pas eu le temps de se désorganiser à sa partie inférieure, qui, par suite, est arrondie et non tronquée ; cet axe fondamental est resté à découvert par l'effet de la destruction des écailles qu'il avait portées dans le cours de sa précédente période végétative, et parce qu'il n'a émis encore que quatre racines jeunes et grêles. La coupe longitudinale (fig. 2 A) et la coupe transversale (fig. 2 B) montrent que son renflement ovoïde-oblong est presque entièrement formé par la portion inférieure ou vaginale de sa feuille unique qui s'est considérablement épaissie, et dont les bords amincis circonscrivent un fort petit tube où sont logés deux nouveaux organes foliaires a^{I}, a^{II}, destinés, selon toute apparence, à devenir deux écailles nourricières.

Ainsi ce jeune caïeu a déjà perdu sa préfeuille, et les premières petites feuilles qu'il offrait quand il était à l'état de bourgeon axillaire. D'un autre côté, il a pris nettement les caractères d'un oignon en voie de formation, et pour cela la base de sa feuille unique (1) s'est fortement épaissie à sa base, de manière à devoir laisser, après la destruction de son limbe et de son pétiole, une épaisse écaille à cicatrice terminale, qui recouvrira des écailles nourricières peu nombreuses. La production successive de ces deux sortes d'écailles qui doivent constituer l'oignon du *Lilium giganteum* Wall. est donc déjà effectuée; elle se produira pour chacune des périodes végétatives suivantes, avec cette seule différence que ces deux sortes de formations foliaires, feuilles normales laissant d'épaisses écailles à cicatrice, et écailles nourricières moins épaisses, deviendront l'une et l'autre graduellement plus nombreuses, jusqu'à ce que l'oignon soit tout à fait adulte et en état de fleurir. On peut donc suivre la série de ces accroissements en observant la succession des états que représentent les figures 9, 10, 7, 2, 6, 1 et 8.

Floraison et fructification du Lilium giganteum Wall. — J'ai montré, dans ce qui précède, l'oignon adulte préludant à la formation de la haute et forte tige que doit terminer l'inflorescence. Le fait capital que j'ai signalé, c'est que la végétation, au lieu de présenter les alternatives d'énergie et de ralentissement qui, dans chacune des périodes antérieures, avaient amené la production, dans une même année, d'une série de feuilles normales et d'une série d'écailles sans limbe, c'est-à-dire nourricières, reste continue, et conserve toute son énergie jusqu'à ce que son axe fondamental se prolonge en tige; que, par conséquent, elle donne naissance à un nombre de feuilles normales plus grand que de coutume, sans rien produire qui rappelle les écailles nourricières, pour lesquelles il n'existe plus de raison d'être. Les feuilles, qu'un exemple décrit en détail m'a montrées, au nombre de 13, dès le commencement de février, restent rapprochées en touffe, et ne s'écartent que fort peu l'une de l'autre dans leur insertion sur le bas de la tige. La figure 5, qui représente la base d'une tige fructifère réduite de moitié, montre la situation relative de la plupart de ces feuilles indiquée par les cicatrices étroites et longuement étendues dans le sens transversal, que chacune d'elles a laissée en tombant. Mais à mesure qu'elles se trouvent placées plus près du centre d'accroissement, les feuilles sont entraînées de plus en plus haut, et par conséquent s'écartent de plus en plus l'une de l'autre à la surface de la tige, qui s'élève pour atteindre finalement jusqu'à 2 et 3 mètres de hauteur. On voit sur la figure 5 que les cicatrices *c*,*c* laissent entre elles 2 ou 3 millimètres seulement d'intervalle; *c'* s'écarte déjà davantage; *c''* se trouve à plus d'un centimètre au-dessus de *c'*; enfin, la feuille supérieure à *c''* se trouvait assez éloignée de celle-ci pour qu'elle n'ait pu entrer dans les limites de cette figure.

---

(1) Je crois que plus de vigueur dans le caïeu peut amener la formation d'une deuxième feuille normale, pendant cette même période végétative.

Les feuilles qui s'attachent tout au bas et sur le tiers inférieur de la tige ont un grand limbe en cœur porté sur un long et épais pétiole; à mesure qu'elles se trouvent placées plus haut, elles deviennent moins grandes, et leur pétiole se raccourcit; enfin, les plus voisines des fleurs ne forment plus qu'un petit limbe tout membraneux et vert, ovale-lancéolé ou oblong-lancéolé, acuminé, faiblement rétréci vers sa base et sessile. Ainsi, sur un pied médiocrement vigoureux, dont les feuilles normales avaient un limbe long de $0^{m},25$, large de $0^{m},017$, et un pétiole plus long que le limbe, la feuille la plus rapprochée des fleurs n'était plus qu'une lame longue de $0^{m},075$, large de $0^{m},028$ vers le milieu de sa longueur, de $0^{m},014$ dans sa partie inférieure évidemment vaginale, que parcouraient plusieurs nervures d'abord parallèles et plus haut divergentes.

La tige du Lis gigantesque justifie, par ses fortes proportions, la dénomination spécifique qui a été donnée à cette belle espèce. Avec une hauteur de $1^{m},50$ à 2 mètres, en moyenne, elle acquiert une épaisseur de 3 à 4 centimètres dans sa partie inférieure. Elle acquiert même un diamètre un peu plus fort à sa base proprement dite, c'est-à-dire dans sa portion qui porte les grandes feuilles inférieures, rapprochées en touffe, qu'on qualifie habituellement de radicales. Les deux figures 5 et 5 A représentent la partie inférieure de la tige d'un pied de vigueur au plus moyenne, qui avait déjà mûri complétement ses fruits ; cette tige était morte et sèche, fistuleuse, à parois épaisses dans le bas, beaucoup plus minces un peu plus haut. En comparant les figures 5 et 5 A avec la figure 8 A, on peut se rendre compte des changements que la production de cette tige avait déterminés dans la partie basilaire de la plante. L'oignon qui préludait simplement à la production de sa tige florifère (fig. 8 A), montrait son axe fondamental formé de deux portions superposées. L'inférieure (*aa*), plus étroite, tronquée à sa base, et commençant même à se creuser par désorganisation graduelle de sa substance interne, portait des racines nombreuses (*rrr*) encore vivantes, mais dont l'activité diminuait déjà notablement : c'était la portion la plus vieille de cet axe. La partie supérieure (*ab*), ou la plus jeune, portait non-seulement les écailles de l'oignon actuel, mais encore les feuilles déjà formées, quoique non visibles encore à l'extérieur, et le bourgeon terminal que cette figure montre en place. A la base même de cette partie s'était produit un étage de racines (*r'r'*) jeunes, et non parvenues encore à leur longueur définitive. De son côté, la tige fructifère (fig. 5 et 5 A) nous montre la portion inférieure (*a*) de l'axe fondamental non-seulement morte depuis longtemps, mais encore désorganisée et creuse intérieurement (*a*, fig. 5 A), avec les racines (*rr*) qui s'y attachent tout à fait sèches et racornies. Il est évident, au premier coup d'œil, que cette portion inférieure de l'axe n'a concouru en rien à la production de la tige florifère. C'est donc la portion supérieure (*ab*, fig. 8) qui a été l'agent essentiel de cette production. Ses racines basilaires (*r'*, fig. 8 A), et d'autres nées postérieurement entre les écailles mêmes de l'oignon adulte (*r'r'*, fig. 5 et 5 A), ont absorbé les matières nécessaires à ce grand accroissement ; leur grosseur considérable montre quelle a été leur puissance. Comme on le voit par la coupe longitudinale du bas de la tige fructifère (fig. 5 A), la désorganisation des tissus internes a fini par gagner même cette portion supérieure de l'axe fondamental, et a creusé à son centre une sorte de petit tube conique, qui établit une communication entre la grande cavité intérieure de la tige et l'extérieur. Toutefois, en travers de la grande cavité tubuleuse de la tige et à sa base, on voit une sorte de plancher celluleux (p, fig. 5 A), seul reste de la masse cellulaire centrale qui a disparu pour laisser la tige fistuleuse. Ce diaphragme est analogue à ceux qu'on voit fréquemment chez d'autres Monocotylédones à tige fistuleuse, notamment chez le Roseau (*Arundo Donax* L.).

A la fleur que je n'ai pas à décrire ici, l'ayant déjà décrite en détail dans mes *Observations sur le genre Lis* (*Journ. de la Soc. centr. d'hortic.*, 2e série, IV, 1870, p. 547, et p. 62 du tirage à part), succède une grosse capsule ovoïde, apiculée au sommet, rétrécie à la base en une sorte de pédicule ou en podogyne (fig. 12), de couleur roussâtre claire, et dont les parois sont sèches, médiocrement fermes à leur maturité complète, qui n'arrive d'ordinaire qu'en décembre ou à la fin de novembre, sur les pieds cultivés. Comme le montre la coupe transversale de cette capsule (fig. 12 A), les parois en sont minces ; le contour en est arrondi, relevé seulement de trois crêtes longitudinales sur les lignes où se fera la déhiscence loculicide, c'est-à-dire dans le sens de la côte médiane des carpelles, ainsi que de trois légères côtes arrondies situées sur trois lignes qui correspondent aux cloisons internes, par conséquent au milieu des valves que sépare la déhiscence.

La fleur était penchée de manière à se tenir horizontalement ; le fruit qui lui succède se relève peu à peu par l'effet d'une arcure brusque qui se forme tout à la base du podogyne (en *a*, fig. 12), et immédiatement au-dessus de la cicatrice annulaire *b* qu'a laissée l'insertion des organes floraux plus externes. Il est évident que cette arcure, dont la conséquence est le redressement du fruit, bien qu'il soit notablement plus lourd que la fleur, est due à un excès d'allongement, et par suite de tension dans le côté de ce prolongement carpique qui était inférieur dans la fleur. L'inégalité de longueur entre les deux côtés opposés du podogyne est des plus apparentes, puisque, ainsi qu'on peut le reconnaître sur la figure 12, l'un est au moins deux fois plus long que l'autre. Je n'insisterai pas davantage sur le fait de ce redressement qu'on observe chez tous les Lis à fleur penchée ou pendante, et dont je me suis déjà occupé ailleurs. Je ferai seulement observer que, dans la plupart des espèces de Lis, il est dû à une courbure qui se produit, après la floraison, dans la partie supérieure du pédoncule, tandis qu'on vient de voir que, dans le Lis gigantesque, cette courbure s'opère dans la partie inférieure rétrécie en podogyne du fruit lui-même.

La déhiscence loculicide de la capsule du *Lilium giganteum* Wall. s'opère par déchirure de la côte médiane des trois carpelles, et les fentes longitudinales qui en résultent sont toujours faiblement béantes, même plus ou moins fermées par le rapprochement ou l'adhérence des déchirures de la substance de cette côte qui faisait saillie plus fortement à l'intérieur qu'à l'extérieur du fruit ; il résulte de là que les graines ne peuvent s'échapper, et n'ont pas d'autre issue, pour se disséminer au dehors, que la large ouverture produite au sommet par un fort écartement de l'extrémité supérieure des trois valves. Cet état est durable ; il n'avait nullement changé, au bout de plusieurs mois de dessiccation, dans la capsule que représente la figure 12. C'est donc uniquement par l'ouverture terminale de la capsule que peuvent s'échapper les graines, et, comme cette ouverture est dirigée tout à fait en haut, il faut nécessairement, pour que la dissémination s'opère, ou que la tige fructifère soit fortement balancée par les vents, ou plus sûrement encore que cette tige fructifère sèche et morte, dernier produit et seul reste de la plante, soit brisée et renversée sur le sol.

Quel est l'espace de temps nécessaire pour qu'un caïeu devienne un oignon assez fort pour fleurir et fructifier ? Les jardiniers que j'ai consultés à ce sujet m'ont assuré qu'il suffisait en général de quatre années ; mais comme le caïeu, qu'ils prennent pour point de départ, avait eu déjà une année au moins d'existence avant de se montrer librement en dehors de l'oignon, je crois pouvoir admettre que cet espace est généralement de cinq années. L'espace de temps doit être un peu plus long pour qu'un pied venu de graine arrive à fleurir. L'expérience acquise par M. A. Rivière, jardinier-chef du Luxembourg, lui aappris qu'il s'écoule au moins six années entre la germination et la fructification.

Les graines sont nombreuses dans la capsule du *Lilium giganteum*. Ainsi que chez la généralité des Liliacées, elles sont superposées en deux files longitudinales et parallèles dans chacune des trois loges ; elles sont fort minces, et l'amande des plus grandes d'entre elles a tout au plus $0^{mm},7$ d'épaisseur dans son point le plus renflé. J'ai trouvé $0^{m},055$ de longueur aux loges, dont toute l'étendue était occupée par les graines exactement empilées dans la capsule que représente la figure 12, et j'ai compté 70 graines sur $0^{m},035$ de cette hauteur ; la pile entière devait donc comprendre 110 graines, ce qui donnerait 660 graines pour les six loges de cette capsule. L'inflorescence de ce Lis réunit, en moyenne, huit ou dix fleurs (1) sur les pieds dont la végétation a été convenable ; si une capsule succède à chaque fleur, chaque pied pourra donner 5000 à 6000 graines, parfois même un nombre beaucoup plus fort. L'espèce dont il s'agit ici est donc richement dotée au point de sa reproduction par voie de semis naturels ou artificiels.

Comme on le voit par les figures 13 et 13 B, la graine du *Lilium giganteum* Wall., arrivée à sa maturité parfaite, est triangulaire, à côtés presque rectilignes ou faiblement convexes, et avec trois angles émoussés ; son côté le plus arqué est celui qui forme la base du triangle. Sur un échantillon bien développé, je trouve $0^{m},0125$ de hauteur au triangle sur $0^{m},0115$ de largeur à la base. Ces dimensions diminuent beaucoup pour les graines qui occupent les deux extrémités fortement rétrécies de chaque loge.

---

(1) La culture donne souvent des pieds de Lis gigantesques assez vigoureux pour que leur inflorescence réunisse un plus grand nombre de fleurs. Le maximum que je connaisse a été fourni par un pied de cette espèce qui, cultivé par M. Chauvière, à Pantin, près Paris, a donné 32 fleurs.

La plus grande partie de la surface de cette graine est formée par sa large aile périphérique (*a*) en membrane très-mince, mais un peu épaissie au bord même, translucide, blanche, très-légèrement roussâtre, lustrée, marquée de faibles stries qui rayonnent tout autour du noyau (*n*). Deux lignes brunes se distinguent aisément dans la largeur de cette aile, surtout quand on l'examine par transparence. L'une (*c.m.*, fig. 13) aboutit à celle (*h*) des extrémités du hile (*hh'*) qui se trouve au fond de l'espèce de chevron rentrant situé au sommet tronqué du triangle : c'est le canal micropylaire qui va s'élargissant visiblement dans sa portion basilaire adjacente au noyau de la graine. L'autre est le raphé (*r*), qui, partant du hile, tout près du micropyle, aboutit à la chalaze (*ch*), et s'y termine en pointe, sans atteindre l'extrémité du bord rectiligne du noyau ; l'anatropie de l'ovule qui est devenu semence n'a donc pas été rigoureusement complète. Le raphé, né tout à côté du micropyle, s'éloigne d'abord du canal micropylaire en décrivant un arc très-ouvert, à convexité externe ; il s'infléchit ensuite vers le bord rectiligne du noyau, auquel il reste dès lors parallèle en le suivant à une faible distance. Il est à remarquer qu'il y a aussi une distance appréciable entre la terminaison du raphé et le bord même du noyau, et que celui-ci offre en général un léger enfoncement au-dessus du niveau de cette terminaison, comme on le remarque sur la figure 13.

Le noyau de cette graine, c'est-à-dire sa portion centrale et sensiblement plus épaisse (*n*), est coloré en roux brunâtre, très-finement granuleux à sa surface ; son contour général, notablement différent de celui de l'aile, et par conséquent de la graine entière, est presque exactement un demi-cercle, dont le bord que longe le raphé forme le diamètre, et se trouve parallèle au bord adjacent de l'aile. Sous le spermoderme mince qui en constitue l'enveloppe se trouve un volumineux albumen charnu et ferme, blanc, au milieu duquel, tout près de l'extrémité micropylaire, l'embryon (*e*) est facile à observer par transparence. Sur un grand nombre de ces graines, j'ai vu l'embryon occupant la position dans laquelle le montrent les figures 13 et 13 B, c'est-à-dire à peu près à égale distance des deux bords de la masse albumineuse (*al*, fig. 13 B), dont une lame mince couvre son extrémité radiculaire ; mais, dans quelques cas aussi, il s'est montré placé comme sur la figure 13 A, par conséquent fort rapproché du bord externe ou demi-circulaire de l'albumen.

L'embryon (fig. 13 C) est très-petit, ovoïde, avec le bout radiculaire (*r*) un peu pointu, et l'extrémité du cotylédon (*ct*) très-obtuse, presque tronquée. Il est faiblement arqué dans sa longueur, et comprimé dans le même sens (*c*, fig. 13) que la graine entière. La gemmule (*g*) y est située un peu au-dessus du milieu de la longueur totale, montrant ainsi que le cotylédon (de *g* en *ct*) est un peu plus court que la portion axile (de *g* en *r*).

Si l'on compare cette description et les figures 13, 13 A, 13 B, 13 C de la graine du *Lilium giganteum* Wall. avec la description et les figures données par Gærtner de la graine du *L. cordifolium* Thunb. (Gærtner, *De Fruct.*, II, p. 484, tab. CLXXIX, sub nom. *Hemerocallis cordata*), on remarquera entre les deux une très-grande ressemblance, en même temps que deux différences que je crois ne pouvoir tenir qu'à une inexactitude du dessinateur parfaitement explicable à l'époque déjà éloignée (1791) à laquelle le deuxième volume de l'ouvrage du célèbre carpologiste allemand a vu le jour. La première différence est offerte par le canal micropylaire, que quatre figures de Gærtner, en *a* et *b*, représentent comme une simple ligne très-fine ; la seconde et la plus saillante résulte de la direction et de la terminaison données au raphé, qui, d'après le texte et les figures, viendrait aboutir au-dessous du milieu du bord droit du noyau, soit pour s'y terminer (fig. *b*, l. c.), soit pour s'en écarter ensuite en décrivant vers l'extérieur un arc, même fortement prolongé (sur la figure supérieure à droite, en *a*) (1). J'ai eu tout récemment occasion d'observer une certaine quantité de graines de *L. cordifolium* Thunb., que j'ai dues à M. A. Rivière, à qui M. Sisley fils venait de les envoyer du Japon. J'ai reconnu ainsi que le raphé s'y termine bien en ligne droite, comme chez le *L. giganteum*, et non pas en arc, comme l'indiquent les figures de Gærtner. J'ai remarqué aussi dans ces graines quelques faibles différences qui permettent de les distinguer de celles du Lis gigantesque : 1° l'aile est plus grande, surtout relativement au noyau, dont toutes les dimensions sont sensiblement moindres (1) ; 2° la partie de l'aile qui encadre le bord convexe du noyau est beaucoup plus large que celle qui en longe le bord rectiligne (dans la proportion de 5 millimètres et demi à 3 et demi).

---

(1) Le texte de Gaertner dit, dans la description de la graine : « Margo tenuissimus, latissimus, membranaceus, aureo splendens, transparens, a basi versus » nucleum duabus lineis opacis notatus, quarum altera a funiculo umbilicali » rectiuscula, altera vero sigmoidea, et ad albuminis latus flexa. »

Germination et premier développement du Lilium giganteum. — La germination s'opère, chez le *Lilium giganteum* Wall., comme chez la plupart des Lis, avec beaucoup d'inégalité. Dans deux terrines où le semis de nombreuses graines de cette espèce avait été fait au Luxembourg pendant l'hiver, aussitôt après que le fruit eut atteint sa complète maturité, on a vu le plus grand nombre des germinations se faire au printemps suivant, même pendant l'été et jusqu'au commencement de l'automne ; les autres graines n'ont levé que la seconde année, et ont ainsi laissé jusqu'à dix-huit mois entre le moment du semis et celui de la germination.

Le premier changement subi par la graine germante consiste dans l'allongemént de l'embryon, qui se rapproche en même temps du bord demi-circulaire du noyau. Cet allongement porte essentiellement, comme chez un grand nombre de Monocotylédones, sur le cotylédon ; il a le double effet d'en reporter la base en dehors du spermoderme, et de lui faire occuper une place beaucoup plus considérable au milieu de la substance de l'albumen. La portion du cotylédon ainsi allongé qui reste enfermée dans la cavité du tégument séminal, étant bientôt plus longue que le plus grand diamètre de cette cavité, prend une forte courbure, et constitue finalement une demi-circonférence parallèle à celle du bord spermodermique lui-même et presque adjacente à celui-ci. La figure 14 montre une germination entière très-jeune, dans laquelle la portion incluse du cotylédon est arrivée à l'état que je viens d'indiquer. Comme cette portion incluse du cotylédon a gagné en épaisseur ainsi qu'en longueur, et qu'en même temps la substance de l'albumen a été presque entièrement absorbée pour servir à ce premier accroissement de l'embryon, il en résulte que le noyau (*n*) de cette graine présente, sur chacune de ses deux grandes faces, une forte proéminence en demi-cercle (*ct*), due à ce que le spermoderme se moule sur le limbe élargi du cotylédon qu'il couvre entièrement. Pendant ce temps, l'aile de la graine, plus ou moins désorganisée, s'est détachée du noyau, qui est resté seul.

---

(1) Le noyau a 6 millimètres de longueur sur 4 millimètres de largeur chez le *L. gganteum ;* 5 millimètres sur 3, chez le *L. cordifolium*, dans des graines longues de $0^{m},012$ et à fort peu près aussi larges chez la première de ces espèces, longues de $0^{m},0145$ et larges de $0^{m},0125$ chez la dernière.

L'extrémité radiculaire, la tigelle et la portion inférieure du cotylédon se sont fait jour en même temps à travers la base du canal micropylaire ; la gemmule (*g*) s'est ainsi trouvée reportée en dehors de la graine ; enfin, la radicule s'allongeant elle-même, l'ensemble de la petite plante naissante est bientôt arrivé à l'état que représente la figure 14.

Dans cet état très-jeune, la portion incluse du cotylédon est un peu plus longue que sa portion inférieure émergée ; mais l'accroissement basifuge amène bientôt un renversement dans ces proportions relatives ; la radicule s'allonge quelque peu en même temps, et la jeune plante ne tarde pas à devenir telle que la montre la figure 15. Alors son cotylédon déjà long (*ct*, fig. 15), n'a plus que son extrémité coiffée par le spermoderme (*n*), et, au delà de son milieu, il forme un crochet brusque dont l'effet est d'en reporter vers le bas l'extrémité incluse. Au niveau de la gemmule (*g*) il n'existe pas encore de renflement appréciable. Enfin, après un court espace de temps, le crochet s'ouvre notablement, le tégument séminal tombe, et la jeune plante s'offre aux yeux telle que la montre la figure 16.

Dans cet état, la radicule présente déjà quelquefois (comme dans l'exemple figuré) un commencement de ramification ; le cotylédon laisse distinguer, au premier coup d'œil, sa portion inférieure, vaginale et pétiolaire (*ct*), blanchâtre, cylindrique, et son limbe (*ct'*) vert, linéaire-lancéolé, aigu au sommet, aplati mais encore épais, comme on le voit par sa coupe transversale (fig. 16 A) ; enfin, à un peu plus d'un millimètre de hauteur au-dessus du collet qu'indique un changement de couleur, on remarque, même à l'œil nu, un léger épaississement (*g*) qui correspond à la place occupée par la gemmule. La portion cylindrique qui se trouve entre la base de la radicule et la gemmule est la tigelle ou l'axe hypocotylé.

Le point le plus important à examiner dans ce très-jeune pied de *Lilium giganteum* Wall. est relatif à la gemmule et aux parties adjacentes. Au devant d'elle se trouve la fente gemmulaire, très-peu apparente, que montre, vue de face, la figure 16 B. Elle correspond à un léger épaississement de l'axe, dont on a une idée en comparant la coupe transversale menée un peu plus bas (16 C) à celle (16 D) qui a été menée par cette fente même. En outre, ces mêmes figures montrent que la fente ne forme en réalité, à l'extérieur, qu'une simple fossette, ses deux bords arrondis se trouvant en contact l'un avec l'autre. C'est au fond de cette même fente que correspond le mamelon gemmulaire (*g*) représenté en place sur la figure 16 E, après qu'un léger tiraillement a eu un peu écarté les deux bords qui le cachaient entièrement en s'appliquant sur lui.

Une fois que le cotylédon s'est tout à fait dégagé du tégument séminal, il s'accroît fortement ; son limbe participe surtout à cette croissance qui en augmente rapidement la longueur et beaucoup moins la largeur (fig. 17 B). Au contraire, la radicule croît très-peu ou même pas du tout ; elle brunit plus ou moins, et montre par là qu'elle n'a plus qu'une assez faible énergie vitale. La jeune plante arrive ainsi à l'état que représentent les figures 17 et 18. Elle est alors parvenue à la seconde période de son développement, pour laquelle des caractères très-nets résultent, d'un côté, de la première apparition d'une ou deux racines adventives au bas de la tigelle, de l'autre, de la première indication d'un oignon naissant.

La première formation de racines adventives est toujours fort limitée, ce qui s'explique parce que ces organes seront uniquement transitoires et n'auront même qu'une courte durée. Je n'ai jamais vu qu'un, ou plus rarement deux de ces organes que je pourrais nommer racines adventives primordiales, ou de première génération. La figure 18 représente le cas le plus fréquent, celui des jeunes plantes à une seule racine adventive primordiale (r'); la figure 17 en montre, de grandeur naturelle, un pied à deux racines opposées (r' r'). Ce que ces organes offrent de plus remarquable, c'est la situation constamment la même où ils naissent ; toujours, en effet, ils apparaissent immédiatement au-dessus du collet (*a*, fig. 18), c'est-à-dire qu'ils naissent de la base même de la tigelle ou axe hypocotylé.

Quant à la première indication d'un oignon qui est déjà très-appréciable à l'œil nu (*g*, fig. 17), elle coïncide avec un avancement notable dans la formation de la gemmule, et elle résulte essentiellement de la croissance rapide en épaisseur que commence à prendre la gaîne cotylédonaire. Les deux coupes transversales menées à travers la jeune plante qui a fourni la figure 18, comparées entre elles, montrent : 1° que si la tigelle, dont l'extrémité supérieure a donné la coupe reproduite par la figure 18 A, est surmontée presque brusquement d'une bulbe naissante, cela tient à ce que la base du cotylédon ou sa portion vaginale, tout en élargissant ses deux bords (*b*, *b'*), qui se sont superposés pour fermer exactement la cavité où est enfermée la gemmule, a surtout fortement épaissi tout le reste de sa substance et est devenue ainsi le renflement prononcé qui constitue la bulbe naissante ; 2° la figure 18 B offre, dans la petite cavité qu'entourent les bords superposés de la gaîne cotylédonaire, la coupe transversale d'une petite feuille bien formée (*f*), opposée au cotylédon lui-même et profondément canaliculée à sa face supérieure, qui regarde celui-ci.

Cette seconde période du développement des jeunes pieds de *Lilium giganteum* est suivie d'une troisième tout aussi nettement caractérisée par l'apparition d'un second ordre de racines adventives issues de la base même de l'oignon naissant. Cette troisième et dernière période comprendra toute la suite de l'existence de la plante et de la formation de sa bulbe.

Il est essentiel de bien préciser la nature de cette base du jeune oignon. J'ai dit un peu plus haut que le petit renflement qui constitue celui-ci est essentiellement formé par la gaîne cotylédonaire épaissie ; mais cette gaîne elle-même repose sur l'extrémité supérieure de la tigelle ou axe hypocotylé, qui s'est notablement élargie pour la porter, et qui se continue directement avec elle. Cette dilatation de l'axe est et sera le support commun de toutes les formations foliaires qui se produiront successivement pour constituer une bulbe de plus en plus volumineuse ; elle est le commencement même de l'axe fondamental vulgairement nommé *plateau* de l'oignon, ou mieux encore, elle est cet axe lui-même jeune et peu développé en raison de sa jeunesse. C'est du bas de cette portion supérieure et dilatée de l'axe que naissent les premières racines adventives de deuxième génération qu'on peut qualifier de définitives, puisque toutes celles qu'aura désormais la plante seront du même ordre et naîtront également de l'axe fondamental, de plus en plus haut sur celui-ci, d'après la marche normale du développement chez les Monocotylédones.

Les figures 19 et 19 A montrent un jeune pied de *Lilium giganteum* au début de sa troisième période, lorsque commence à se développer sa première racine adventive de deuxième génération (r''). La figure 19 est spécialement destinée à présenter simultanément les trois générations successives de racines que réunit ce très-jeune individu. On y voit en effet : 1° la radicule (r) encore entière, mais brunie et visiblement racornie ; 2° la racine adventive passagère (r) ou de première génération, qui était née au bas de la tigelle, et qui, dans cet exemple, s'était peu allongée ; 3° la première racine adventive de deuxième génération (r''), encore presque naissante et ne faisant que faiblement saillie. Le point duquel sort celle-ci n'est ni symétrique, relativement au jeune oignon, ni toujours le même. Dans le sujet représenté par la figure 19, on voit, en 19 A, que ce point se trouve du côté qu'occupe la fente cotylédonaire, mais qu'il est rejeté asymétriquement un peu vers la gauche ; ailleurs il est encore plus asymétrique. Même la première racine définitive peut naître du côté opposé à la fente cotylédonaire, c'est-à-dire au bas du dos du cotylédon, comme on le voit sur la figure 19 H, qui a été fournie par un autre pied du même âge, ou tant soit peu plus jeune que le sujet des figures 19 et 19 A.

La figure 19 H fait voir, sur une coupe longitudinale du même jeune pied, qu'à l'intérieur de la partie supérieure et dilatée de la tigelle, le faisceau fibro-vasculaire central, qui est encore unique, se divise en deux branches très-inégales, dont la plus forte se porte (à droite) dans le cotylédon (*ct*), tandis que la plus courte et la plus faible reste axile et se rend vers la première feuille (f^1), encore unique, fort jeune et complétement enfermée dans la gaîne cotylédonaire. Cette ramification est, en réalité, la continuation directe du faisceau de la tigelle, c'est-à-dire le tronc fibro-vasculaire qui donnera successivement autant de rameaux qu'il naîtra de feuilles au sommet de l'axe, comme on peut le voir déjà sur la figure 20 A, dans laquelle, à une seconde feuille f^2, se rend un second rameau fibro-vasculaire.

La série des coupes transversales 19 B, 19 C, 19 D, 19 E, 19 F, 19 G, est destinée à faire connaître, comparativement avec la coupe longitudinale 19 H, l'organisation de l'oignon naissant à l'origine même de la troisième période du développement de la jeune plante. On voit (fig. 19 B) que la tigelle est rigoureusement cylindrique, et qu'elle présente, à son centre, un seul faisceau fibro-vasculaire. Tout le reste du tissu de cette tigelle est cellulaire, et les cellules à parois minces, intimement unies, dont il est composé, ont leur maximum de largeur vers le milieu du rayon de la coupe transversale. Le diamètre de cette jeune tige est de $0^m,001$. Dès le niveau où prend naissance la jeune racine (r'', fig. 19 C), ce diamètre augmente sensiblement ; tout au bas de la fente cotylédonaire, là où elle se prolonge en un simple sillon superficiel (fig. 19 D), il a presque doublé, et il ne lui reste plus qu'à augmenter encore faiblement un peu plus haut.

La gemmule n'a produit encore qu'une seule feuille (f^1) fort petite, puisqu'elle n'a au plus que $0^m,001$ de longueur totale, opposée au cotylédon et entièrement cachée par les bords dilatés de la gaîne de celui-ci, qui, pour cela, se superposent l'un à l'autre (fig. 19 E, 19 F, 19 G). Cette première feuille de la jeune plante se dégage obliquement de l'axe ; aussi, comme on le voit par les figures 19 F, 19 E, sa face dorsale est-elle déjà tout à fait libre à un niveau où sa face interne ou ventrale est encore continue avec le tissu de l'axe. La gouttière profonde dont est creusée sa face interne (fig. 19 E, 19 H, 19 I) n'atteint pas son sommet (fig. 19 G).

Dès l'instant où une racine adventive est née de la base du jeune oignon, la nutrition de la jeune plante commence à reposer essentiellement, puis bientôt exclusivement sur elle ; aussi prend-elle un accroissement rapide, tandis que non-seulement la radicule, mais encore la racine adventive née au bas de la tigelle brunissent, se racornissent, c'est-à-dire tendent à se détruire. C'est ce que montre la figure 20. En outre, pendant le même temps, il est né de l'axe une nouvelle feuille (f^2, fig. 20 A) qui se trouve cachée au fond de la gaîne de la première. Celle-ci (f^1) elle-même a grandi et a même dessiné un faible rudiment cylindrique de limbe à l'extrémité de sa longue portion inférieure qui constitue une gaîne bien caractérisée ; néanmoins elle n'atteint pas encore le haut de la cavité circonscrite par la gaîne cotylédonaire, et, par suite, rien au dehors n'en indique l'existence.

Il faut encore un nouveau progrès dans le développement de la jeune plante pour que le sommet de cette première feuille commence à se montrer au dehors (fig. 21, 21 A, 21 B), et alors le petit oignon qui la renferme a déjà suffisamment grossi pour former un renflement basilaire très-notable et blanc. Ses dimensions, pour le sujet que représente, de grandeur naturelle, la figure 21, étaient de $0^m,007$ de hauteur sur $0^m,003$ environ d'épaisseur maximum. Sur ce même individu, une deuxième racine adventive était née à la base du petit oignon ; la première feuille (f^1) s'était accrue sensiblement, mais la deuxième (f^2) n'avait eu qu'une croissance à peine appréciable.

L'état le plus avancé que j'aie pu observer pendant la première année de la végétation du *Lilium giganteum* Wall. est celui que représente, de grandeur naturelle, la figure 22. La seule différence qu'on remarque, à l'extérieur, sur le jeune pied que reproduit cette figure, quand on le compare avec le sujet de la figure 21, c'est que son petit oignon a grossi en tous sens, s'est principalement renflé ($0^{m},008$ de longueur sur $0^{m},004$ d'épaisseur). C'est surtout que la première feuille (f^1) y fait fortement saillie au dehors de l'ouverture de la gaîne cotylédonaire. Le progrès a été tout aussi marqué intérieurement, et une coupe longitudinale (fig. 22 B) montre qu'il s'y est produit une troisième feuille (f^3), enfermée dans la gaîne de la seconde (f^2), comme celle-ci l'était, à son tour, dans la gaîne de la première (f^1). Néanmoins il n'existe, en général, qu'une seule racine adventive (r''), née de la base du petit oignon; la tigelle (t) existe encore, de même que la radicule (r) et la racine adventive de première génération (r'); mais ces deux derniers organes sont morts, plus ou moins secs, et ne peuvent tarder à disparaître.

La végétation du *Lilium giganteum*, pendant la première année, ne donne pas, que je sache, d'autres parties que celles que je viens d'indiquer. A la fin de cette période, la jeune plante ne montre, hors du sol, que le cotylédon développé en longue feuille séminale, avec son limbe vert, linéaire-lancéolé (ct', fig. 22) et son long prolongement pétiolaire cylindrique (ct), de couleur plus pâle et blanchâtre. Aussi les personnes qui ont fait germer cette espèce de Lis m'ont-elles affirmé que cette espèce ne donne, pendant la première année, qu'une seule feuille entièrement différente, par son limbe long et fort étroit, de celles qui se montreront plus tard. Cette feuille, unique en apparence, à limbe long et linéaire, est la feuille séminale. Mais on vient de voir qu'il se produit, en réalité, trois feuilles (outre la feuille séminale) pendant cette première année; seulement on a vu aussi que, de ces organes, un seul montre son extrémité en saillie hors du jeune oignon, sans s'élever hors de terre, et que les deux autres sont cachés dans la cavité que forme la gaîne du premier; il n'est donc nullement étonnant qu'ils soient tous les trois restés inaperçus. Une autre particularité qui peut faire méconnaître ces trois organes foliaires, c'est qu'ils ne verdissent pas, restent épais, creusés profondément en gouttière; en un mot, qu'ils constituent l'analogue de trois écailles nourricières. L'année même de la germination a donc pour unique effet de développer le cotylédon en feuille séminale et d'amener la production de trois écailles nourricières. Dès lors celles-ci précèdent toute formation de feuilles normales.

Examiné après la reprise de sa végétation, dans la deuxième année de son existence, le jeune *Lilium giganteum* offre des différences notables, comparativement à la constitution qu'il nous a montrée à la fin de sa première année. Ces différences sont les suivantes : 1° La radicule, la tigelle, et par conséquent la ou les racines adventives qui s'étaient produites à la base de celle-ci, ont complétement disparu : c'est ce qu'on peut voir sur la série des figures 23, 23 A, 24, 24 A, 24 B et 25, qui représentent trois jeunes individus arrivés à leur seconde année et de forces inégales. 2° L'axe présente, à son extrémité inférieure, une troncature qui est la conséquence naturelle de la destruction de la tigelle dans toute l'étendue de sa portion libre et cylindrique. Sa portion qui a seule persisté est celle que nous avons déjà vue élargie de manière à servir de base commune à l'épaisse gaîne du cotylédon, ainsi qu'aux trois petites formations foliaires sans limbe emboîtées l'une dans l'autre, ou premières écailles nourricières, à la formation successive desquelles nous avons assisté. Cette troncature inférieure de l'axe est visible, en *a*, sur les figures 23 A, 24 A. Nous savons déjà que désormais cette troncature deviendra de plus en plus large, l'axe fondamental prenant d'autant plus d'épaisseur que la bulbe elle-même s'accroîtra davantage, et se désorganisant dans sa partie inférieure à mesure qu'il végète avec plus de force à son extrémité supérieure. Les figures 3, 8 A, 5 A, nous ont déjà montré divers degrés successifs de cette désorganisation, qui n'est du reste que la reproduction de ce qu'on voit habituellement chez les Monocotylédones. 3° La jeune plante développe, pendant sa seconde année, et pour la première fois, une feuille normale, pétiolée, pourvue d'un limbe qui est rarement ovale-lancéolé (fig. 23), d'ordinaire nettement cordiforme (fig. 25). Sur de nombreux sujets, j'ai toujours vu cette feuille normale rester unique pendant la deuxième année (1). Son pétiole, canaliculé en dessus, est embrassé à sa base par les gaînes incomplètes, plus ou moins charnues et blanchâtres dans leur portion inférieure, en général devenues foliacées et vertes dans leur portion supérieure (au moins l'interne), que forment les trois écailles nourricières de la première année. Enfin, celles-ci, à leur tour, sont embrassées par la gaîne cotylédonaire (*ct*), qui, selon le moment de l'année où l'on considère la jeune plante, et aussi sans doute selon le plus ou moins de vigueur de celle-ci, se montre encore épaisse et charnue (*ct*, fig. 25) ou sèche et plus ou moins désorganisée (*ct*, fig. 23, 24). Il est bon de ne pas oublier que, pendant la première année, le *Lilium giganteum* n'avait pas développé de feuille normale, le limbe linéaire-lancéolé de la feuille séminale en ayant tenu lieu, jusqu'à un certain point.

Ainsi, dès la deuxième année, le jeune oignon est constitué comme nous avons vu qu'il l'est à l'état adulte, car son axe fondamental, tronqué inférieurement, produit, pendant cette deuxième période végétative, une feuille normale, et ensuite trois ou quatre organes foliaires imparfaits, qui restent à l'état d'écailles nourricières. Cette succession d'organes foliaires, les uns normaux et complets, formés en premier lieu, pendant le premier et le plus énergique effort de la végétation, les autres incomplets ou constituant des écailles nourricières, formés plus tardivement que les premiers, se montrera désormais chaque année, sans autre différence que celle du nombre et des dimensions, qui, on le conçoit sans peine, iront en croissant graduellement jusqu'à ce que l'oignon soit parvenu à son état adulte. Enfin, dans la généralité des cas, la sixième année amènera la floraison de la plante et sa fructification, qui, ayant lieu sur une tige terminale, détermineront sa mort. Mais, nous savons aussi que des caïeux axillaires, s'étant produits quand la plante approchait de son état adulte, ont eu le temps de prendre force pendant la ou les dernières années de la croissance de l'oignon, et qu'ils survivront à celui-ci au nombre de 6-10, constituant pour elle un moyen de multiplication commode et un peu plus rapide que le semis.

---

(1) De jeunes pieds analogues, qui m'ont été envoyés par M. Max Leichtlin en 1875, m'ont présenté deux feuilles normales développées.

Par là se trouvera complété le cycle de la végétation de la grande et belle espèce monocarpique à l'histoire de laquelle est particulièrement consacrée la présente note.

Lilium cordifolium Thunb.

Comme je l'ai dit plus haut, je n'ai eu relativement à cette espèce japonaise, qui est d'une extrême rareté dans les jardins d'Europe, que des matériaux incomplets, dont j'ai dû la plus grande et la plus précieuse partie à mon excellent correspondant et ami, M. Max Leichtlin, de Baden-Baden; néanmoins ces matériaux, tout incomplets qu'ils étaient, m'ont fourni une donnée qui me semble avoir de l'importance relativement à la spécification de cette espèce.

Le *Lilium cordifolium* a été signalé sous ce nom comme espèce distincte et séparée par Thunberg, en 1794, dans le volume II des *Transactions de la Société Linnéenne de Londres* (p. 332). Auparavant, dans son *Flora japonica*, ce botaniste l'avait mentionné sous le nom d'*Hemerocallis cordata*. Plus tard, en 1811, dans son mémoire intitulé : *Examen Liliorum japonicorum*, qui parut dans le volume III des *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg*, il donna une description médiocrement détaillée de cette même espèce qu'il s'était contenté de caractériser en la publiant, dix-sept années auparavant, par les seuls mots : « *Foliis cordatis.* »

Le *Lilium cordifolium* Thunb. a été admis comme espèce légitime par tous les botanistes jusqu'à M. J.-G. Baker, qui, dans un travail important publié en 1871 et intitulé : *A new Synopsis of all the known Lilies* (*Gard. Chronic.*, neuf articles : 28 janvier, 18 février, 15 avril, 3 juin, 15 juillet, 12 août, 9 septembre, 14 octobre, 4 novembre et 23 décembre 1871), a réuni cette plante japonaise au *L. giganteum* Wall., de l'Inde, comme simple sous-espèce, sous la dénomination commune de *L. cordifolium* Thunb. A ses yeux, cette espèce unique correspondrait aux deux sous-espèces : *L. cordifolium*, subsp. *giganteum* (*L. giganteum* Wall.), dont il a été question jusqu'à présent dans la présente note, et le *L. cordifolium*, subsp. *cordifolium* propre (*L. cordifolium* Thunb., *Linn. Trans.*, II, p. 332), dont il s'agit en ce moment. Après avoir présenté comparativement (*loc. cit.*, p. 479) le relevé des caractères par lesquels Kunth et Zuccarini distinguent l'espèce de l'Himalaya de celle du Japon, M. Baker ajoute : « En comparant les échantillons que » j'ai maintenant sous les yeux, je trouve que les feuilles et les » pétioles des deux se correspondent absolument chez l'une et » l'autre, tant sur le haut que sur le bas de la tige, et que le » sinus est arrondi au fond, tant dans la plante japonaise que » dans celle de l'Himalaya. D'après une note de M. Wilford, qui » se trouve dans l'herbier de Kew, la première atteint 3 ou » 4 pieds ($0^m,915$-$1^m,220$) de hauteur. Les fleurs sont disposées » en grappe dans la plante du Japon tout comme dans celle de » l'Himalaya ; elles arrivent au nombre de huit sur un échantillon spontané que j'ai sous les yeux, et elles sont arrangées » et pédonculées absolument de la même manière. Je ne trouve » non plus aucune différence dans les bractées. Je n'ai pas eu » occasion de voir de bons exemplaires du fruit de la forme » japonaise, mais je doute fort qu'il offre trois carènes nettement marquées (1). La seule différence positive que je puisse » découvrir entre les deux consiste en ce que les segments du » périanthe de la forme japonaise sont uniformément plus » étroits, variant de 6 à 9 lignes ($0^m,0125$ à $0^m,019$) de largeur » dans leur portion la plus large, et en ce que les anthères y sont » plus courtes et plus épaisses. Les fleurs de la forme japonaise » que j'ai maintenant sous les yeux varient de 4 à 6 pouces » ($0^m,101$ à $0^m,152$) de longueur... J'exprime le vœu que quelqu'un élève, l'un à côté de l'autre, des pieds de la plante du

---

(1) Ces trois carènes ou lignes longitudinales saillantes sont nettement indiquées sur la figure de la capsule du *Lilium cordifolium* Thunb, qui se trouve dans le *Flora japonica* de Siebold et Zuccarini, pl. 13.

» Japon et de celle de l'Himalaya, et nous dise ensuite quelles » sont les différences qu'il aura remarquées entre les deux dans » ces conditions. »

Au reste, bien qu'il eût ainsi motivé sa manière de voir touchant la réunion des deux Lis dont il s'agit en ce moment, et qu'il l'eût encore exprimée dans un travail en date de 1873 (*A classified synonymic List of all the known Lilies*, dans *the Journ. of the Roy. Hort. Soc. of London*, nouv. série, IV, 1873, p. 40), M. Baker ne l'a pas moins abandonnée dans son dernier travail publié en 1874 (*Revision of the Genera and Species of Tulipeæ* dans *the Journ. of the Linn. Soc.*, *Botany*, XIX), dans lequel il est revenu à l'opinion de la généralité des botanistes.

Contrairement à l'opinion exposée par M. J.-G. Baker dans son *Synopsis*, j'ai la conviction qu'il existe entre le *Lilium giganteum* Wall., de l'Himalaya, et le *L. cordifolium* Thunb., du Japon, avec une ressemblance générale, des différences de détail assez nombreuses et assez prononcées pour qu'on ne puisse voir dans ces deux plantes de simples formes d'un même type spécifique. Tel est aussi l'avis que m'a exprimé, dans une de ses lettres, M. Max Leichtlin, qui, dans son jardin situé d'abord à Carlsruhe, a fait ce que désirait le savant botaniste anglais, c'est-à-dire a cultivé simultanément ces deux Lis.

Ces deux plantes sont de taille différente, la tige du *Lilium giganteum* étant plus haute, assez souvent même deux fois plus élevée que celle du *L. cordifolium;* elle est aussi, on le conçoit sans peine, beaucoup plus épaisse. D'un autre côté, cette tige est plus abondamment, surtout plus régulièrement feuillée, les feuilles étant assez également réparties sur sa longueur et diminuant graduellement de dimensions en même temps que leur pétiole se raccourcit, à mesure qu'elles se trouvent plus haut; elles finissent ainsi par être sessiles et leur forme se modifie pour devenir ovale-lancéolée. Dans le *L. cordifolium*, au contraire, le bas de la tige reste nu sur une grande longueur, et plus haut se trouve un groupe de 3-4 grandes feuilles rapprochées presque en faux verticille, comme on le voit très-bien sur la planche 13, vol. I du *Flora japonica* de Siebold et Zuccarini :

il en résulte pour la plante entière un aspect tout différent de celui de la précédente. En outre les feuilles supérieures, en petit nombre, sont très-écartées, toujours en cœur et longuement pétiolées, quoique beaucoup plus petites que les autres; ajoutons que, tandis que les feuilles du *Lilium giganteum* sont d'un beau vert gai dès leur première apparition, soit sur la plante jeune, soit quand elles sortent du bourgeon central, celles du *L. cordifolium* sont toujours cuivrées pendant leur jeunesse, grâce à la présence dans les cellules de leur épiderme d'un liquide rouge qui disparaît plus tard. Les fleurs du *L. cordifolium* sont généralement moins nombreuses que celles du *L. giganteum*, moins ouvertes, avec les folioles du périanthe plus étroites; elles sont embrassées à leur base par une grande bractée ployée en nacelle et persistante, tandis que celles du Lis gigantesque sont pourvues de deux petites bractées linéaires, dont une est latérale; elles exhalent une odeur très-forte que M. Max Leichtlin m'a dit être absolument celle du *Maxillaria Harrissoniæ* Lindl. (*Bifrenaria Harrissoniæ* Reich. f.). Enfin, malgré le doute exprimé à ce sujet par M. J.-G. Baker, l'existence de trois lignes saillantes sur chaque valve de la capsule du *L. cordifolium* est trop formellement indiquée par le texte et la figure du *Flora japonica* de Siebold et Zuccarini pour qu'on ne doive pas y voir un caractère différentiel incontestable.

A ces marques distinctives qui me semblent autoriser déjà suffisamment la séparation des *Lilium giganteum* Wall. et *L. cordifolium* Thunb., l'observation de la plante jeune va me permettre d'en ajouter une autre d'une haute valeur.

Première formation de l'oignon du Lilium cordifolium Thunb. — Dans l'histoire que j'ai donnée du premier développement du *Lilium giganteum*, j'ai montré que cette plante produit successivement, pendant la première année de son existence : 1° une radicule qui prend peu d'accroissement, qui ne se ramifie pas ou à peu près pas, et qui devient promptement inactive pour se détruire à la fin de cette première période végétative; 2° une tigelle cylindrique d'une longueur assez faible mais néanmoins très-appréciable (environ 3 millim.), au bas de laquelle on voit naître bientôt une ou deux radicelles temporaires ; 3° des racines de deuxième génération ou définitives, qui prennent leur origine à la base du jeune oignon. J'ai montré aussi que la radicule, la tigelle (sauf sa portion supérieure élargie en axe fondamental auquel s'attachent toutes les parties du jeune oignon) et la ou les radicelles de première génération ont complétement disparu quand commence la deuxième période végétative. Ces faits sont invariables et dès lors caractéristiques.

Rien de semblable n'a lieu chez le *Lilium cordifolium*. La comparaison des figures 25 et 26, qui représentent deux jeunes pieds de deuxième année, la première de la plante indienne, la seconde de la plante japonaise, suffit pour faire reconnaître combien est grande la différence entre les deux espèces. En effet on voit par la figure 26 (dont je dois le sujet à M. Max Leichtlin) que la radicule du *L. cordifolium* (*r*), au lieu de brunir, sécher et mourir avant la fin de la première année, puis de disparaître avant la reprise de la végétation, non-seulement est restée vivante, mais encore s'est considérablement allongée, s'est ramifiée, a gagné fortement en épaisseur ; qu'elle est par conséquent restée active même quand la première feuille normale de cette jeune plante était déjà développée. Par une conséquence naturelle, comme cette radicule qui ressemble parfaitement à un pivot de Dicotylédone, coopère encore à la nutrition de la jeune plante, les racines définitives (r'', r''), ne sont nées jusqu'à ce moment qu'en 'petit nombre à la base du jeune oignon.

D'un autre côté, la tigelle cylindrique et assez longue du Lis gigantesque ne se montre pas chez le *L. cordifolium ;* elle est tout au plus représentée par une courte portion en tronc de cône (*t*, fig. 26 A), qui se continue inférieurement avec la base du long cône radiculaire et qui supérieurement va former l'axe fondamental du jeune oignon.

La longue durée de la radicule et la persistance de son activité expliquent l'absence complète de ces racines transitoires que nous avons vues chez le Lis gigantesque, nées à la base même de l'axe hypocotylé, racines qui ont évidemment pour fonction de nourrir momentanément la jeune plante quand la faculté absorbante de la radicule commence à décroître notablement et avant qu'aient commencé de se produire à la base de l'oignon lui-même les racines définitives. On voit en effet, par la figure 26 et surtout par la coupe longitudinale 26 A, que les trois seules radicelles que possède, outre son pivot, le jeune pied figuré, ont pris toutes également naissance à la base de l'oignon et ne sont donc bien réellement que des racines définitives.

Cette différence tranchée dans la marche du développement des jeunes pieds chez les *Lilium giganteum* Wall. et *cordifolium* Thunb. est, à mes yeux, un caractère distinctif de la plus grande valeur, qui, joint aux diverses particularités déjà mises en relief plus haut, me semble rendre entièrement inadmissible la réunion de ces deux plantes.

Quant à l'organisation du petit oignon du *Lilium cordifolium* à sa deuxième année, le plus jeune que j'ai pu examiner pour cette espèce, elle rappelle à peu près entièrement celle que j'ai signalée chez le *L. giganteum* de même âge. On sera frappé de la ressemblance entre les deux si l'on compare la figure 25, pour le premier, avec les figures 26, 26 A, pour le second. Dans l'une et l'autre, si *ct* est la gaîne cotylédonaire encore fraîche et turgescente, elle embrasse des écailles nourricières quelque peu prolongées vers le haut en lames foliacées, qui entourent le bas du pétiole de la feuille normale (*f*); il y a trois écailles nourricières (a^{I},a^{II},a^{III}, fig. 25) dans le jeune pied de *L. giganteum*, tandis qu'on n'en voit que deux (a^{I}, a^{II}, fig. 26, 26 A) dans celui du *L. cordifolium;* mais j'ai peine à croire que cette différence de nombre soit absolue; d'ailleurs n'ayant eu sous les yeux, pour cette espèce, que deux pieds de même âge, je n'oserai rien affirmer à cet égard, bien qu'ils fussent entièrement semblables entre eux.

A la base même du pétiole de l'unique feuille normale (*f*), et au sommet de l'axe, existait l'ébauche d'un second organe foliaire (f'); l'analogie, appuyée d'ailleurs par l'état de cet organe naissant, me porte à penser que c'était là l'ébauche de la première d'entre les écailles nourricières qui devaient se produire pendant la deuxième période végétative. Cette détermination est confirmée par l'examen de la figure 27. Celle-ci représente un jeune pied que j'avais planté au printemps de 1873, à l'âge et dans l'état de celui que reproduit la figure 26, et qui, ayant végété avec vigueur pendant toute la belle saison, était arrivé à former l'oignon que représente cette figure. Sa feuille normale avait pris un développement remarquable, mais elle était restée unique. La base de son pétiole s'était fortement épaissie pendant ce temps, de manière à constituer finalement la plus grande partie du volume de ce jeune oignon. Elle était embrassée extérieurement par la plus interne des écailles nourricières antérieures (*a''*, *a''*) devenue mince, sèche et plus ou moins déchirée ; elle embrassait à son tour, dans la cavité de sa gaîne, une nouvelle écaille nourricière (*b*) qui n'avait pas même dégagé sa sommité, et qui sans doute enveloppait, de son côté, d'autres écailles plus jeunes ; mais je n'ai pas cru, vu l'extrême rareté de cette espèce, devoir sacrifier l'espérance de voir cette jeune bulbe arriver plus tard à l'état adulte, et cela dans le seul but de constater un fait aussi secondaire que le nombre des écailles nourricières qui peuvent être produites pendant la deuxième année.

Oignon adulte et caïeu du Lilium cordifolium Thunb. — J'ai dit, au commencement de cette note, que, parmi 13 oignons de Lis japonais qui m'avaient été généreusement donnés, l'hiver dernier, par M^{me} veuve Kraetzer, il s'en est trouvé un inscrit sous le nom d'*Ouba-youri* ou *juri*, que porte, au Japon, le *Lilium cordifolium* Thunb. Au printemps de 1873, cet oignon, qui paraissait en bon état, a produit une touffe de six feuilles cordiformes, mais plus petites que celles du *L. cordifolium* type, moins lisses à leur surface, et plus profondément échancrées en cœur à leur base. Serait-ce là une variété de l'espèce, ou bien ces différences tiendraient-elles à ce que cette plante, ayant souffert pendant le transport du Japon à Paris, la végétation en aurait été plus ou moins altérée ? Cette dernière supposition me semble la plus probable, pour deux motifs : 1° Une bulbe semblable et de la même origine ayant été cultivée dans une serre tempérée du Luxembourg, avec le soin et l'habileté qu'on pouvait attendre des excellents jardiniers de ce grand établissement de l'Etat, a été la seule qui ait péri sur vingt-six d'espèces et variétés différentes. 2° L'échantillon qui m'avait été donné, ayant été tenu en pot, en plein air, dans mon jardin, à Meudon, a commencé à montrer, à la fin de l'été, les préludes de sa floraison. Transporté à Paris, et placé dans une serre tempérée, au Luxembourg, il était devenu, au commencement de décembre 1873, tel que le représente tout entier, et de grandeur naturelle, la figure 28. Il avait produit une tige et une fleur tout à fait rabougries et monstrueuses.

Cette tige terminale ne dépassait pas 4-5 centimètres de longueur totale. Elle ne portait qu'un petit nombre de feuilles très-réduites et linéaires. Enfin elle se terminait par un pistil peu développé, mais offrant un ovaire à nombreux ovules en deux files par loge, un style et un stigmate distincts qu'entouraient plusieurs folioles vertes, linéaires, produites par une transformation foliacée de l'androcée et du périanthe.

Je n'ose formuler aucune conclusion, quant aux caractères de l'oignon adulte et normal du *Lilium cordifolium*, en me basant sur l'état dans lequel j'ai trouvé les parties constitutives de celui qui a produit une pareille monstruosité ; je me bornerai donc à faire observer qu'il était incomparablement plus petit que la bulbe adulte du *Lilium giganteum* ; que ses six écailles externes, au sommet desquelles se trouvaient, soit une cicatrice laissée par la destruction des feuilles en cœur (4, 5), soit même quelques restes du pétiole de ces feuilles (1, 2, 6), étaient de couleur plus claire, jaune brunâtre et non brunes dans leur portion supérieure, beaucoup moins épaisses, et plus allongées, relativement à leur largeur. La comparaison de la figure 28 avec la figure 8 fait ressortir nettement ces différences. J'ajouterai que trois des écailles nourricières (a^{I}, a^{II}, a^{III}) se montrent, sur la figure, prolongées supérieurement en une lame mince, lancéolée, très-aiguë, c'est-à-dire différente, pour la forme, de celle qui résulte du développement des écailles correspondantes chez le *Lilium giganteum* (voy. a^{III}, a^{V}, a^{VI}, a^{VII}, a^{VIII}, fig. 8). Je me borne à signaler ces particularités sans y insister.

A la base de l'oignon j'ai trouvé, en le retirant de terre pour l'examiner et le dessiner, le caïeu que représente la figure 29. Évidemment il offre une différence prononcée avec ceux que produit de même le *L. giganteum*, tel, par exemple, que le sujet de la figure 6, et cela, soit quant à ses dimensions, soit quant à la dissemblance des écailles externes (1, 2, fig. 6; 1, 2, fig. 29); mais, comme pour l'oignon même qui lui avait donné naissance, je me borne à indiquer cette différence, sans y insister, n'étant nullement certain que ce fût là un état normal.

Au total, et bien que mes observations sur le *Lilium cordifolium* Thunb. aient été fort incomplètes, faute de matériaux, je crois que tout montre, dans cette plante japonaise, contrairement à la première opinion de M. J.-G. Baker, un type spécifique distinct du *L. giganteum* Wall., et non pas une simple sous-espèce d'un type dans lequel ce dernier rentrerait au même titre.

GERMINATION ET PREMIER DÉVELOPPEMENT DE QUELQUES ESPÈCES DE LIS.

La description que j'ai donnée des premiers développements chez les *Lilium giganteum* Wall. et *cordifolium* Thunb. montre que ces plantes, tout en restant soumises à la grande loi d'après laquelle les végétaux qui forment l'embranchement des Monocotylédones ne produisent, en germant, qu'une radicule ou pivot purement temporaire, offrent néanmoins entre elles, malgré l'analogie de leurs caractères définitifs, une différence des plus prononcées, quant à la durée de cette radicule : chez la première de ces espèces, elle ne reste vivante et active que deux ou trois mois à peine, et jusqu'à ce que son rôle puisse être rempli par une première génération de racines adventives nées au bas de la tigelle : aussi ne prend-elle qu'un faible développement ; en outre, elle se détruit et disparaît peu après qu'une seconde génération de racines adventives a pris naissance au bas de la bulbe qui se forme, et a fourni à la jeune plante ses organes définitifs pour l'absorption des sucs nourriciers dans le sol ; il n'en reste plus vestige à la reprise de la végétation. Au contraire, chez la dernière de ces deux espèces, la radicule a une durée beaucoup plus longue, et arrive ainsi à constituer un long pivot plus ou moins ramifié, que nous avons vu encore vivant et actif pendant la deuxième année de l'existence de la plante, lorsque déjà celle-ci avait émis l'unique feuille normale à laquelle elle doive alors donner naissance. Je présume que ce doit être vers la fin de cette seconde période végétative que, les racines adventives étant devenues assez nombreuses à la base du jeune oignon pour fournir à elles seules à la nutrition de la plante, la radicule doit mourir, puis se détruire bientôt après. Malheureusement j'ai manqué complétement de matériaux pour vérifier ce qu'il peut y avoir de fondé dans cette supposition.

J'ai pensé qu'il y aurait intérêt à savoir, sur le plus grand nombre possible d'espèces du même genre, quelles sont celles qui se comportent de l'une ou de l'autre de ces deux manières, et de reconnaître en même temps si la marche des premiers développements qui amène la formation du jeune oignon n'est pas sujette à varier. Malheureusement, dans l'état actuel de la culture des Lis, le semis est fort peu employé en vue de multiplier ces belles plantes ; on trouve habituellement plus commode et moins long, pour obtenir des pieds capables de fleurir, de recourir aux caïeux que certaines espèces produisent assez abondamment, ou bien à la plantation en sol très-léger d'écailles prises, à une époque avancée de l'année, à l'extérieur d'oignons adultes. On sait que ces écailles, dont on a préalablement laissé sécher, pendant quelques jours, la surface arrachée, peuvent, sous l'influence de la terre humide et de la chaleur, donner naissance, en un point quelconque de leur base, à un petit bourgeon adventif qui s'organise en caïeu. Quelques espèces de Lis, particulièrement les Lis californiens, le *Lilium auratum*, etc., se multiplient facilement par ce procédé.

Cette production de caïeux adventifs à la base des écailles a lieu fréquemment, et parfois avec une remarquable abondance, sur les oignons dont l'axe fondamental a pourri. Les écailles ainsi détachées, et qui souvent commencent à s'altérer elles-mêmes, deviennent le point de départ de ces formations nouvelles, comme si, pourrait-on dire, la plante se pressait de former des descendants avant de périr.

L'une des principales difficultés que rencontre la multiplication des Lis par la voie du semis résulte de la rareté de leurs fruits dans les jardins. Sans parler du *Lilium candidum*, dont la fructification ne se voit que très-rarement, beaucoup d'autres espèces ne nouent leur fruit qu'à la suite d'une fécondation artificielle, ou dans des circonstances toutes particulières que l'expérience peut seule faire connaître. C'est ainsi, par exemple, que M. Max Leichtlin a reconnu comme un moyen certain pour amener la formation de capsules sur le *Lilium Brownii* (qu'on voit habituellement stérile), le transport à l'ombre de ses pieds fleuris, dès le commencement de leur floraison.

Les graines de Lis semées en serre ou en bâche, vers la fin de l'automne ou au commencement de l'hiver, lèvent en général au printemps suivant. La germination en est plus lente, et n'a lieu d'ordinaire qu'au bout d'un an, quand le semis des mêmes espèces est fait à l'air libre. Souvent, dans un même semis, on voit de grandes inégalités, comme je l'ai dit plus haut pour le Lis gigantesque, et, d'un autre côté, cette inégalité se montre aussi d'une espèce à l'autre. Voici, à ce sujet, des renseignements instructifs qui m'ont été donnés par M. Max Leichtlin, d'après son expérience personnelle, dans une lettre en date du 23 mars 1873 :

« Les graines de toutes les espèces de Lis à rhizome (*L. canadense*, *superbum*, etc.) restent une année en terre sans germer ; elles ne lèvent que pendant l'année qui suit celle du » semis. Les *Lilium Szovitzianum* Fisch. et Lall. (*L. colchicum* » Stev.), *monadelphum* Bieb., espèces du Caucase, germent au » bout de deux mois. Leur cotylédon ne se développe pas de » manière à s'élever hors du sol (1) ; mais il forme néanmoins » une petite écaille, et, la seconde année, on voit apparaître

---

(1) Il en est de même chez quelques autres espèces, notamment *L. speciosum* Thunb. et *L. polyphyllum*, Royb.

» une feuille qui est comme un intermédiaire entre le cotylédon » et les véritables feuilles normales. Beaucoup d'espèces qui forment de grosses bulbes ne germent que la seconde année ; » quelques-unes cependant le font dès la première. Toutes les » espèces à vie courte, comme les *L. tenuifolium*, *pumilum*, *pulchellum*, *concolor*, *Coridion*, etc., germent dans l'espace de quelques semaines, et, après leur cotylédon, développé en feuille » séminale, on voit apparaître bien vite trois ou quatre feuilles. » Parmi les pieds de *L. tenuifolium* qu'on obtient de semis, il » s'en trouve qui fleurissent pendant leur seconde année. »

Dans les conditions défavorables que je viens d'indiquer relativement à la pratique des semis de Lis, il ne m'était pas possible de réunir des matériaux suffisants pour une histoire suivie des premiers développements, chez un nombre tant soit peu considérable d'espèces de ce genre. Toutefois, l'obligeance de M. Max Leichtlin et de M. Krelage m'a permis de faire quelques observations de cet ordre sur les *Lilium auratum* Lindl., *callosum* Zucc., *Szovitzianum* Fisch. et Lallem., *tenuifolium* Fisch., *Thunbergianum* Rœm. et Schult. (ou plutôt *L. elegans* Thunb.). En y joignant le *L. giganteum* Wall., dont j'ai pu suivre la formation sans laisser, je crois, de lacune notable dans son histoire, et le *L. cordifolium* Thunb., dont j'ai déjà parlé, on a un total de sept espèces sur lesquelles j'ai pu recueillir des données dont la publication ne sera peut-être pas inutile. J'espère pouvoir remplir plus tard ce cadre dans lequel je suis réduit à ne tracer en ce moment que des linéaments épars.

Sur les cinq espèces dont j'ai à parler maintenant, trois m'ont été envoyées en échantillons arrivés à leur seconde année de végétation. Ce sont : les *Lilium auratum* Lindl., *callosum* Zucc., et *Szovitzianum* Fisch. et Lall. Pour les deux autres, c'est-à-dire les *L. tenuifolium* et *Thunbergianum* Rœm. et Sch., je n'ai eu sous les yeux que des pieds très-jeunes, arrachés peu de temps après leur germination. Comme ces derniers appartiennent à la catégorie des espèces à développement rapide, leur état très-jeune était celui qu'il importait le plus d'observer, puisqu'il permettait de constater combien est prompte chez elles la production de feuilles normales remplaçant les premières écailles nourricières des espèces plus grosses et plus lentes dans leur croissance, que nous avons vues se produire chez les deux plantes dont il est principalement question dans ce mémoire.

Parmi les trois premières de ces plantes, deux sont analogues au *Lilium giganteum* quant à l'absence de radicule, dès la fin de la première année. Ce sont : les *L. auratum* et *Szovitzianum* ; la troisième ressemble au *L. cordifolium* pour la permanence et l'accroissement considérable de sa radicule, qui devient un long pivot sur les pieds arrivés à la deuxième année de leur végétation : c'est le *L. callosum* Zucc.

Lilium auratum Lindl. — La figure 30 représente, de grandeur naturelle, un pied de *Lilium auratum* Lindl., que je crois, sans en être absolument certain, être entré, depuis peu de temps, dans sa seconde période végétative, et la figure 30 A en montre le jeune oignon assez grossi pour qu'on en distingue les différentes parties. Cet oignon est encore très-petit et fort simple d'organisation : il n'offre, en effet, qu'une feuille verte (f^1), à limbe lancéolé, dont le long et grêle pétiole se renfle très-fortement à sa base pour en former presque tout le volume. Cette épaisse gaîne foliaire est embrassée, du côté de sa fente, par une sorte de membrane sèche (*a*) qui doit être un reste de la végétation antérieure, et qui ne tardera pas à disparaître. Par le haut de l'ouverture de la gaîne de la feuille, on voit la faible saillie que fait le sommet d'une deuxième feuille (f^2), qui bientôt va s'allonger fortement au dehors. Enfin, de la base du même oignon part une seule racine (r'), tandis que la radicule a disparu. La coupe longitudinale (fig. 30 B) apprend qu'au fond de la jeune feuille en gouttière (f^2), il existe déjà deux autres très-petites productions foliaires, f^3, f^4, celle-ci tout à fait naissante.

Un autre pied de *Lilium auratum* un peu plus avancé est reproduit par la figure 31. Dans celui-ci, la feuille qui, sur la figure 30 A ne montrait que son extrémité, en f^2, s'est considérablement allongée et possède maintenant un limbe linéaire-lancéolé à l'extrémité d'un long pétiole grêle. La coupe longitudinale (fig. 31 A) permet de reconnaître que la gaîne f^2 de la feuille la plus jeune est presque aussi épaisse que celle de la feuille la plus âgée f^1; que f^3 a sensiblement grandi ; mais que f^4 ne fait encore, au centre de toute cette formation, qu'une saillie à peine visible. On voit aussi, en comparant entre elles les figures 30 et 31, d'abord que la gaîne flétrie *a*, qui existe sur la première, a disparu sur l'oignon que représente la seconde ; ensuite, que le développement d'une seconde racine adventive (r'') a eu lieu pendant que la deuxième feuille (f^2) s'allongeait hors de la gaîne de la première feuille (f^1).

Tout incomplètes que sont ces observations sur le jeune *Lilium auratum*, elles montrent cependant deux faits dont je n'ai pas vu l'analogue chez les deux espèces du sous-genre *Cardiocrinum*, et qui semblent mériter d'être mis en lumière : 1° La production de feuilles complètes, dans cet état jeune de la plante, n'est pas restreinte comme chez les deux espèces précédemment examinées, puisqu'il en existe déjà deux sur le sujet de la figure 31, et qu'il semble, à l'examen de la figure 31 A, qu'une troisième (f^3) aurait pu se faire bientôt jour au dehors, comme ses deux aînées. 2° La constitution des deux seuls jeunes pieds que j'aie pu examiner paraît montrer qu'il n'y a pas eu antérieurement d'écaille nourricière, et qu'il ne s'en formera probablement pas non plus pendant la période végétative actuelle.

Lilium Szovitzianum Fisch. et Lall. — Je n'ai eu entre les mains, pour le *Lilium Szovitzianum* Fisch. et Lall., que le sujet à sa seconde année que représente la figure 32 ; mais l'examen de cette jeune plante entière et de sa coupe longitudinale (fig. 32 A) suffit pour faire reconnaître : 1° Que tout vestige de la radicule a déjà disparu, laissant l'axe fondamental (*a*,*f*, fig. 32 A) tronqué à son extrémité inférieure, et que la jeune plante n'a que des racines adventives, *r'*,*r'*. 2° Qu'il ne reste plus de la première végétation qu'une portion de gaîne desséchée, *a*, pour laquelle il me semble impossible, en l'absence de toute donnée sur l'état antérieur de la jeune plante, de savoir si elle a fait partie du cotylédon, ou d'une écaille nourricière formée plus tardivement ; toutefois, cette dernière supposition me paraît être la plus vraisemblable. 3° Qu'il ne s'est produit qu'une seule feuille, *f*, à limbe vert, de consistance assez ferme, fortement nervé, oblong-lancéolé, se rétrécissant graduellement, à sa partie inférieure, en un pétiole qui surmonte une gaîne fortement épaissie. 4° Qu'après cette feuille unique, il ne se produit plus, pendant la deuxième année, que des écailles nourricières, dont l'une (a^1) est déjà grande, et aussi épaisse ou même un peu plus épaisse que la gaîne de la feuille *f*, et dont trois autres de plus en plus petites, visibles seulement sur une coupe longitudinale (fig. 32 A, a^2,a^3,a^4), se recouvrent l'une l'autre.

Il y a donc, pour la formation de l'oignon de deux ans, chez le *Lilium Szovitzianum*, analogie avec le *L. giganteum*, dissemblance prononcée avec le *L. auratum*.

Lilium callosum Zucc. — C'est au contraire au type du *Lilium cordifolium* Thunb. que se rattache le *L. callosum* Zucc. Il suffit de jeter les yeux sur la figure 35, qui représente un pied de cette espèce, pendant la seconde année de son existence, pour être frappé du développement considérable qu'a pris la radicule (*r*), qui non-seulement s'est beaucoup allongée, mais encore a donné cinq ramifications, dont une, la plus haute, s'est subdivisée à son tour. Cette radicule offre une particularité qu'on voit nettement sur la figure 35 A, et qui consiste en ce qu'elle est comme ondulée transversalement à sa surface. La tigelle n'est représentée, dans sa portion libre, que par le tronc de cône court et libre (*t*, fig. 35 A, 35 B), qui se trouve placé entre la base du pivot et celle du petit oignon. Quant à cet oignon lui-même, il est essentiellement constitué par deux écailles épaisses et charnues, à peu près en regard l'une de l'autre (1, 2), dont l'externe, 1, présente à son extrémité une petite cicatrice, et dont l'interne, 2, est beaucoup plus grande et plus épaisse que la première. Je crois que ces deux parties ne peuvent être que deux écailles nourricières, restes de la végétation de la première année. Plus intérieurement se trouvent deux feuilles vertes, dont l'une (3, fig. 35, 35 A et 35 B) ne forme qu'une courte lame ployée en gouttière, dont le sommet dépasse à peine l'écaille 2 ; elle me semble ne pouvoir être autre chose qu'une écaille nourricière qui, sous l'influence de la végétation actuelle, est devenue foliacée en s'allongeant, comme j'ai montré que cela se passe chez le *Lilium giganteum*. La situation de cet organe est assez étrange, puisqu'elle est placée presque au devant de l'écaille 2, seulement un peu de côté ; mais elle est évidemment postérieure en date à l'écaille 2 qui l'embrasse entièrement, et antérieure à la feuille 4, dont elle entoure la base avec sa portion inférieure élargie et engaînante. Cette dernière feuille elle-même est longue, linéaire, faiblement élargie vers son extrémité supérieure en un limbe lancéolé, et devant sa base, au sommet de l'axe, se montre une production foliaire nouvelle (5, fig. 35 B, 35 C), qui n'a pas plus d'un demi-millimètre de longueur. L'absence de tout intermédiaire entre cet organe foliaire naissant, et la longue feuille 4 qui est en ce moment tout à fait développée, me semble autoriser à penser qu'il ne se formera plus de feuille verte pendant la deuxième année, mais seulement de nouvelles écailles nourricières, dont il est impossible de savoir le nombre par avance et sans examen de sujets plus avancés.

En somme, la formation de l'oignon, chez le *Lilium callosum*, résulte d'une production alternative de feuilles vertes et d'écailles nourricières, comme chez les *L. giganteum*, *cordifolium* et *Szovitzianum*. Cette espèce ressemble, en outre, au *L. cordifolium* pour la longue durée et le grand développement de sa radicule ou pivot ; enfin elle se rattache aux deux dernières de ces espèces, et diffère de la première par l'extrême brièveté de la portion libre de sa tigelle, et par l'absence de racines adventives intermédiaires d'âge et de situation entre la radicule elle-même et les racines adventives définitives.

Les *Lilium tenuifolium* Fisch. et *Thunbergianum* Rœm. et Sch. appartiennent l'un et l'autre au type des Lis à développement rapide, s'accusant, dès la première année, par la production hâtive de feuilles vertes normales, indépendamment de leur cotylédon, qui est devenu lui-même une longue feuille séminale. Je suis porté à croire, bien que je n'aie pas eu les moyens de m'en assurer par l'observation, que leur radicule ne doit pas se maintenir jusqu'à la seconde année.

Lilium tenuifolium Fisch. — Un pied de *L. tenuifolium* est représenté entier et de grandeur naturelle par la figure 36, tel qu'il était peu de temps après sa germination. La radicule (*r*) en est simple et peu développée; le cotylédon a déjà produit un limbe long et linéaire (*ct'*); une portion brunâtre (*a*), longue de 2 à 3 millimètres, sépare ce limbe, qui est tout entier d'un vert intense, de la portion inférieure ou pétiolaire qui est restée blanche. Ce défaut de coloration du quart inférieur de la feuille séminale amène un contraste marqué avec la feuille f^1, qui est verte à partir du point où elle sort de la gaîne cotylédonaire. C'est cette gaîne (*ct*), fortement épaissie, qui constitue essentiellement le petit oignon naissant. Entière et continue à sa base, elle est, comme toujours, fendue plus haut longitudinalement, et elle superpose ses deux bords dilatés jusqu'à sa partie supérieure, où elle laisse une petite ouverture qui donne passage à la feuille f^1. Cette disposition est indiquée par les figures 36 A, qui représente l'oignon entier grossi, 36 D, qui montre une section transversale de la gaîne cotylédonaire (*ct*), dans sa portion entière; et 36 E, sur laquelle on voit la même gaîne, coupée transversalement un peu plus haut, avec ses deux bords superposés l'un à l'autre. A la base du petit oignon et sous la fente cotylédonaire vient d'apparaître la première racine adventive (*r'*), sous la forme d'un mamelon encore peu proéminent. Cette apparition hâtive d'une racine définitive semble indiquer que la radicule n'aura pas une longue durée.

La feuille verte f^1 n'est encore qu'incomplétement développée, et elle se fait voir seule à l'extérieur de l'oignon naissant; mais une coupe longitudinale (fig. 36 B) montre que sa portion inférieure, non-seulement engaînante, mais encore dilatée en deux oreillettes basilaires (fig 36 C), embrasse une autre formation foliaire presque naissante, arrondie-convexe à sa face dorsale, profondément creusée en gouttière à sa face interne ou ventrale (f^2, fig. 36 D, 36 E), qui n'a pas encore un demi-millimètre de longueur. Les coupes transversales menées à travers la feuille f^1 et la production nouvelle qu'embrasse sa base ont le même contour, et présentent de même, à leur intérieur, trois faisceaux fibro-vasculaires disposés de la même manière; je crois donc pouvoir admettre que ces deux organes sont de la même nature, et que, par conséquent, f^2 est, comme f^1, une feuille qui doit venir faire également saillie en dehors du petit oignon, dans le courant de la première année, probablement même après un espace de temps peu prolongé. C'est au reste ce que prouve l'observation de l'espèce suivante.

Lilium Thunbergianum Rœm. et Sch. — Pour le *Lilium Thunbergianum*, j'ai eu sous les yeux un échantillon tellement jeune, que, comme on le voit par la figure 33, l'extrémité de son cotylédon, en train de devenir une longue feuille séminale, était encore logée dans la cavité du tégument séminal *sp*. La radicule *r* de cette petite plante était courte et simple. La fente gemmulaire se trouvait au niveau du point *a*; en menant une section transversale par ce point, j'ai obtenu le sujet de la figure 33 A, par laquelle on voit que, déjà dans cette extrême jeunesse, la plante renferme sa première feuille (f^1) bien formée, dans la petite cavité que circonscrivent les bords rapprochés de la gaîne cotylédonaire. Aussi ne faut-il que fort peu de temps pour qu'elle arrive à l'état que représente la figure 34. Alors le cotylédon est devenu une longue feuille séminale verte sur les trois quarts de sa longueur, dans laquelle on distingue un limbe linéaire-lancéolé (cl'), rétréci graduellement dans le bas en un pétiole blanc, qui surmonte à son tour une gaîne également blanche, renflée de manière à constituer un petit oignon. En même temps la radicule a plus que doublé de longueur, et s'est même ramifiée; et l'on voit, d'un autre côté, qu'une racine adventive (r', fig. 34 A) a déjà pris naissance à la base de la petite bulbe, à peu près au-dessous de la fente cotylédonaire. Enfin, la première feuille f^1 fait assez longuement saillie en dehors du jeune oignon.

Le nombre, la situation et la nature des parties, sont absolument identiques pour le *Lilium Thunbergianum*, à l'état que montre la figure 34, et pour le *L. tenuifolium*, sujet de la figure 36. On peut s'en convaincre en comparant la figure de l'oignon grossi 34 A à 36 A, sa coupe longitudinale 34 B avec 36 B, et même la base de la feuille cachant une autre feuille naissante et canaliculée f^2. Je n'ai donc pas à répéter ce que je viens de dire au sujet de cette dernière espèce. De plus, cette parfaite similitude, sous tous les rapports, montre que l'âge du jeune *L. Thunbergianum*, représenté par la figure 34, est le même que celui du jeune *L. tenuifolium* qui a été le sujet de la figure 36. La marche du développement est donc absolument semblable chez ces deux espèces, et elles appartiennent également l'une et l'autre à un type bien distinct de ceux dans lesquels rentrent les cinq premières espèces dont il a été question dans ce travail, et ce type est essentiellement caractérisé par la production de feuilles vertes immédiatement après la germination, ainsi que par l'absence d'écailles nourricières pendant la jeunesse des plantes.

N'ayant pas eu occasion d'observer des pieds de cette plante arrivés à leur seconde année, je ne puis dire quand commencent à se produire les écailles nourricières qui doivent entrer dans la constitution des bulbes plus ou moins voisines de l'état adulte. Je crois qu'elles doivent commencer à se produire vers la seconde année.

La germination des Lis n'a pas été, que je sache, étudiée avec tant soit peu de soin jusqu'à ce jour. Tout ce que je connais, comme méritant d'être cité à ce sujet, sous le rapport morphologique, est dû à M. J. Schleiden. A la page 214, 2ᵉ partie de ses *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik* [3ᵉ édit. (1)], ce botaniste donne, sous le n° 154 A, B, C, trois figures de la germination du *Lilium pumilum*, dont l'une est la représentation d'un jeune pied dans lequel la feuille séminale a sa partie supérieure encore recourbée et logée dans la graine, tandis que les deux autres consistent en une coupe longitudinale et une coupe transversale du même sujet. Il m'est fort difficile de penser que ces figures sont rigoureusement exactes. La première, correspondant au plus à l'âge du sujet de ma figure 33, montre déjà une radicule longue de 0^{m},026, et un oignon qui ne mesurerait pas moins de 3 millimètres 1/4 d'épaisseur, et cela pour une espèce inférieure en rapidité de développement au *L. Thunbergianum*. Or, chez celui-ci, malgré la rapidité de sa croissance, le petit oignon (fig. 34) atteint à peine 0^{m},002 d'épaisseur, lorsque sa première feuille est déjà fortement saillante, c'est-à-dire quand il est arrivé à un état beaucoup plus avancé. Je crains dès lors que le savant allemand n'ait réuni, par inadvertance, sur cette seule figure, le haut d'un sujet très-jeune et le bas d'un autre plus âgé. Les deux autres figures (154 B et C) confirment cette supposition, et d'ailleurs elles me semblent être plutôt des *schema* que des reproductions rigoureuses. Dans le texte correspondant, on ne lit pas un seul mot de description, et l'on ne voit que le nom du *Lilium pumilum* intercalé entre ceux de quelques autres Liliacées, dont M. Schleiden dit avoir observé et suivi les premiers développements.

---

(1) Ce qui a été publié comme une 4ᵉ édition de cet ouvrage étant une simple spéculation de librairie et ne consistant qu'en une réimpression de la troisième, sans le moindre changement, je crois que c'est cette dernière qu'on doit toujours citer.

Quoique forcément incomplètes pour six espèces de Lis sur sept dont j'ai pu examiner l'état jeune, les observations précédentes me semblent montrer suffisamment qu'il existe, dans ce beau genre de Liliacées, une diversité remarquable quant au premier développement des plantes et quant à la formation initiale de leurs bulbes. Il me semble utile de résumer ici les principaux d'entre les faits ci-dessus exposés, qui mettent en évidence cette diversité à laquelle on ne s'attendrait guère dans un groupe générique qu'on ne peut s'empêcher de regarder comme naturel.

1° Parmi les différentes espèces de Lis, la germination et le développement sont rapides chez les unes, plus ou moins lents au contraire chez les autres. Les premières sont en général des plantes de proportions assez faibles, qui arrivent à leur floraison trois ou quatre années au plus après le semis, quelquefois même plus tôt (*Lilium tenuifolium* L., *Thunbergianum*) ; les dernières sont des plantes plus grandes, dont l'oignon est plus volumineux, dont la floraison est plus tardive (*L. giganteum*, *cordifolium*, *auratum*, etc.). Les graines des premières lèvent au bout de quelques semaines ; celles des dernières ne lèvent le plus souvent qu'au bout d'une année, parfois aussi de deux années après le semis.

2° Les Lis à germination et croissance rapides produisent, pendant la première année, trois ou quatre feuilles normales, outre leur feuille séminale. Au contraire, ceux à germination et croissance plus lentes ne montrent hors du sol, pendant cette même année, que leur feuille séminale ; leur première feuille normale n'apparaît que la seconde année, pendant laquelle elle reste généralement unique ; rarement (*L. auratum*) la jeune plante développe deux ou trois feuilles normales dans le cours de la seconde année. Il paraît même, d'après un renseignement qu'a bien voulu me communiquer M. Max Leichtlin, que, chez les *L. monadelphum* Bieb. et *Szovitzianum* pendant la première année, « le cotylédon ne se développe pas de manière à s'élever hors du sol, mais forme néanmoins une petite écaille » (1).

3° Chez tous les Lis, la radicule se développe, à la germination, en un pivot bien caractérisé ; mais tandis que, chez la plupart, l'activité et même l'existence de ce pivot sont circonscrites dans l'espace de la première année (*L. giganteum*, *L. auratum*, *L. Szovitzianum*, *L. tenuifolium*, *L. Thunbergianum*), la seconde année amène pour lui, chez quelques autres, une continuation d'activité et un développement considérable (*L. cordifolium*, *L. callosum*). Cette importante dissemblance physiologique peut se montrer chez deux espèces très-voisines par tous leurs autres caractères : tels sont le *L. giganteum* et le *L. cordifolium*.

4° Dans la grande majorité des Lis, la tigelle ne se développe pas sensiblement à la suite de la germination ; cependant, chez le *L. giganteum*, elle forme un axe hypocotylé qui atteint environ $0^{m},003$ de longueur dans sa portion libre.

5° Cette dernière espèce est aussi la seule chez laquelle j'aie vu se produire successivement deux générations de racines adventives : la première naissant du bas de l'axe hypocotylé, et devant disparaître avec lui ; la seconde se formant à la base du petit oignon qui vient d'apparaître, et devant se multiplier rapidement à mesure que celui-ci fait des progrès. Dans les autres espèces dont la tigelle reste rudimentaire, la première de ces deux générations manque nécessairement.

---

(1) J'ai reconnu, cette année, que quelques autres espèces, notamment *Lilium speciosum* Thunb. et *L. polyphyllum* Royle, sont dans le même cas.

6° La première apparition de l'oignon est toujours due au développement notable en épaisseur que prend la portion vaginale du cotylédon devenu feuille séminale ; elle a lieu peu de temps après que cette feuille séminale s'est dégagée du spermoderme qui en coiffait l'extrémité.

7° La gaîne cotylédonaire persiste pendant toute la première année, et même, dans les grandes espèces, elle reste fraîche pendant une partie plus ou moins longue de la seconde année. Pendant toute cette durée, c'est son accroissement qui contribue le plus à l'augmentation graduelle de volume du jeune oignon.

8° Les parties internes auxquelles la gemmule donne naissance ne concourent d'abord que pour une faible part au grossissement de l'oignon ; mais quand la gaîne cotylédonaire s'est épuisée et flétrie pour disparaître peu après, elles constituent essentiellement l'oignon, et, devenant rapidement de plus en plus nombreuses, se montrent sous les deux apparences de feuilles et d'écailles nourricières ; elles le rendent de plus en plus volumineux jusqu'à ce qu'il produise une tige florifère. Quand cette tige est due au bourgeon qui termine l'axe de la bulbe, celle-ci meurt après sa fructification, et peut dès lors être dite monocarpienne. Mais quand elle provient d'un bourgeon latéral ou axillaire, et qu'elle constitue ainsi une ramification de l'axe fondamental, il peut s'en produire successivement plusieurs, d'année en année ; la bulbe se conserve donc pendant plusieurs floraisons consécutives, et l'on peut dès lors la qualifier de polycarpienne.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 1.

Lilium giganteum Wall.

Fig. 1. Oignon à peu près adulte, mais ne devant pas fleurir dans l'année. — *ra*, *ra*, racines plus ou moins âgées, qui ont servi pour la végétation actuelle ; *r*, *r*, racines jeunes qui se sont fait jour à travers la base des écailles externes, parfois même assez haut, comme r'. 1, 2, 3, 4, grandes écailles externes, à cicatrice terminale, qui sont visibles de ce côté de l'oignon ; a^{I}, a^{II}, a^{III}, a^{IV}, quatre des cinq écailles nourricières ; f^1, f^2, f^3, f^4, f^5, partie inférieure du pétiole des cinq grandes feuilles normales ; *l*, limbe très-réduit et enroulé sur lui-même de la feuille qui forme l'enveloppe du bourgeon central ; *c*, feuille longuement pétiolée d'un caïeu arrivé à sa deuxième année et déjà extérieur à l'oignon ; c', place où se trouvait un deuxième caïeu à l'aisselle de l'écaille 1, mais près du bord de celle-ci.

Fig. 2. Portion inférieure du caïeu, dont la feuille est désignée par *c* sur la figure 1.

a, extrémité inférieure tronquée de son axe fondamental.

A, section longitudinale de la moitié inférieure du petit oignon de ce caïeu ; 1, 1, gaîne fortement épaissie de la feuille unique ; a^{I}, a^{II}, les deux écailles nourricières enfermées sous cette gaîne ; *r*, *r*, racines ; *a*, l'axe.

B, section transversale du même caïeu. Mêmes lettres.

PLANCHE 2.

Lilium giganteum Wall.

Fig. 3. Section longitudinale passant un peu en avant du plan médian de l'oignon fig. 1, de manière à montrer le bourgeon central au sommet de l'axe fondamental. — *b*, *c*, les deux parties superposées de cet axe : *b*, la plus ancienne ; *c*, la plus jeune ; *a*, ligne brunâtre qui, dans cet exemple, séparait ces deux parties ; *sq*, portion de la surface de l'axe qui portait les écailles ; *d*, *d*, portion de ce même axe où s'inséraient les cinq feuilles ; *f*, gaîne de la feuille imparfaite qui constitue l'enveloppe du bourgeon central ; *l*, son limbe ; *e*, niveau où se termine la deuxième feuille imparfaite ou écaille nourricière sous-jacente.

Fig. 4. Section transversale du bourgeon central menée à sa base. — Les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, correspondent à la série des parties qu'il comprend, en allant de dehors en dedans.

Fig. 5. Base d'une tige qui a fleuri et qui a mûri ses capsules. — *r*, *r*, *r*, racines mortes et sèches ; r', r', racines vivantes pendant le développement de la tige florifère ; *a*, portion de l'axe désorganisée et creuse à l'intérieur ; *c*, *c*, *c*, cicatrices laissées par les feuilles inférieures dites radicales, serrées sur une courte étendue de la tige ; c', c'', cicatrices de feuilles caulinaires de plus en plus espacées.

A, coupe longitudinale de la même base de tige. Mêmes lettres. *p*, diaphragme celluleux intérieur

Fig. 6. Caïeu déjà fort, tout entier, vu de côté. — 1, 2, grandes écailles externes très-épaisses, à large cicatrice terminale ; a_{I}, a^{II}, a^{III}, écailles nourricières.

Fig. 7. Section transversale d'un caïeu assez gros, quoique encore enfermé entre les écailles d'un oignon. — *ax*, l'axe général indiqué sur la figure pour en montrer l'orientation : *pr*, préfeuille adossée à l'axe ; *a*, *b*, *c*, *d*, écailles plus internes.

PLANCHE 3.

Fig. 8. Oignon entier, tout à fait adulte et préludant à sa floraison, dessiné à demi-grandeur naturelle. — 1, 2, 3, 4, 6, celles des six écailles externes ou à cicatrice qui sont visibles sur la figure ; a_{I}, a^{II}, a^{III}, a^{V}, a^{VI}, a^{VII}, a^{VIII}, écailles nourricières dont on voit que les quatre plus internes se sont déjà beaucoup allongées et sont devenues foliacées.

A, section longitudinale du même oignon après l'enlèvement des écailles et des feuilles. On a laissé en place le petit bourgeon central, enveloppé d'une feuille normale encore fort petite f^8 : *r*,*r*,*r*, racines ; r', r', racines supérieures, actuellement en pleine activité ; *aa*, portion inférieure et vieille de l'axe ; *ab*, portion plus jeune du même, portant les parties qui forment l'oignon actuel près de fleurir.

B, C, D, E, série des feuilles comprises dans le bourgeon central. Elles se suivent en se recouvrant l'une l'autre dans l'ordre des numéros f^9, f^{10}, f^{11}, f^{12}, f^{13}.

Fig. 9. Caïeu situé à l'aisselle et près du bord droit de l'écaille 1, fig. 8. Il est vu par sa face externe. — *pr*, préfeuille ; f^1, feuille normale la plus externe.

B, la feuille la plus interne (3e) de ce caïeu, dont le limbe a été enlevé en partie pour mettre à découvert les deux productions foliaires les plus jeunes de ce caïeu.

C, ces deux mêmes productions foliaires les plus jeunes vues de manière à montrer que la plus développée des deux est canaliculée à sa face interne.

Fig. 10. Un autre caïeu plus développé qui se trouvait dans la même aisselle, mais vers le bord gauche de l'écaille 1, fig. 8. — Mêmes lettres.

Fig. 11. Coupe transversale menée vers le milieu de la hauteur du caïeu fig. 9, pour montrer la situation relative de la préfeuille *pr* et des deux feuilles les plus externes.

PLANCHE 4.

Fig. 12. Capsule entière après sa déhiscence. — *a*, portion du podogyne qui s'est arquée brusquement pour la redresser ; *b*, cicatrice laissée par la chute des pièces du périanthe.

A, section transversale de la capsule menée vers le milieu de sa longueur.

Fig. 13. Graine mûre vue contre le jour pour en faire distinguer les parties internes. — *hh'*, hile ; *ra*, raphé ; *ch*, chalaze ; *cm*, canal micropylaire ; *al*, aile ; *n*, noyau ; *e*, embryon.

A, noyau d'une graine dont l'embryon était placé de côté. Mêmes lettres.

B, section transversale d'une graine mûre passant par l'embryon *e*, pour le montrer en place au milieu de l'albumen *al*; *aa*, portion de l'aile.

C, embryon isolé : *r*, radicule ; *ct*, sommet du cotylédon ; *g*, place de la gemmule.

Fig. 14. Germination très-jeune. — *nn*, noyau ; *ct*, limbe du cotylédon enfermé dans le tégument séminal et courbé en demi-cercle ; *r*, radicule ; *g*, niveau où se trouve intérieurement la gemmule (1).

Fig. 15. Germination un peu plus avancée. — Mêmes lettres.

Fig. 16. Germination dont le cotylédon s'est entièrement dégagé de la graine ; celle-ci est tombée. — *r*, *g*, comme précédemment ; *ct*, portion pétiolaire du cotylédon devenu feuille séminale ; *ct'*, son limbe.

A, coupe transversale du limbe de la feuille séminale du même.

B, portion de la même germination vue par la fente gemmulaire.

C, coupe transversale de la tigelle au-dessous du niveau de la gemmule.

D, coupe transversale passant par le milieu de la fente cotylédonaire.

E, portion de la même coupe dans laquelle un léger tiraillement a écarté les bords de la fente pour mettre en vue le mamelon gemmulaire.

Fig. 17. Jeune plante sensiblement accrue, sur laquelle deux radicelles de première génération *r'*, *r'*, naissent au bas de la tigelle.

A, portion de la même, grossie pour mieux en montrer les parties ainsi que la fente gemmulaire *g*.

B, coupe transversale du limbe de la feuille séminale, pour montrer qu'il s'est élargi et relativement aminci.

PLANCHE 5.

Fig. 18. Jeune plante du même âge que celle de la figure 17, mais n'ayant émis qu'une racine, *r'*, au bas de sa tigelle. — *a*, niveau où commence la radicule *r*.

A, coupe transversale de la tigelle immédiatement au-dessous de la fente cotylédonaire ou gemmulaire.

B, coupe de la même passant vers le bas de la fente cotylédonaire. Elle fait voir que les deux bords, *b*, *b'*, de la gaîne du cotylédon, en se superposant, circonscrivent une cavité intérieure qui renferme un jeune organe foliaire *f'*.

Fig. 19. Jeune plante un peu plus avancée, sur laquelle une racine de deuxième génération ou définitive, *r''*, naît à la base du petit oignon. La radicule *r* et la racine de première génération *r'* ont bruni, et la première s'est visiblement racornie.

A, le petit oignon de la même, assez grossi pour bien montrer la fente cotylédonaire *fc*, et surtout la situation un peu latérale de la racine naissante *r''*.

---

(1) Sur toutes les figures de jeunes pieds de Lis que réunissent les planches de ce mémoire, j'ai supprimé les poils radicaux qui, dans ces végétaux, se sont toujours montrés à moi sous de très-faibles dimensions.

B, C, D, E, F, G, coupes transversales de la même, menées l'une au-dessus de l'autre, à partir de la portion cylindrique de la tigelle (19 B) jusqu'au sommet de la feuille (19 G). f^1, cette feuille gemmulaire qui est représentée entière sur la figure 19 I, vue de manière à laisser voir sa face interne canaliculée.

H, coupe longitudinale d'un petit oignon à fort peu près du même âge, montrant en place la feuille gemmulaire f^1, ainsi que la racine naissante r''.

Fig. 20. Jeune plante sensiblement plus avancée, dans laquelle la radicule r et la racine de première génération r' sont racornies, brunes et mortes, tandis que la racine de deuxième génération r'' a pris beaucoup de développement ; t, tigelle ou axe hypocotylé.

A, section longitudinale de cette jeune plante montrant qu'une deuxième feuille, f^2, est maintenant enfermée dans la gaîne de la première, f^1, qui elle-même se trouve entièrement cachée dans la cavité de la gaîne cotylédonaire.

Fig. 21. Jeune plante assez avancée pour que son oignon, assez gros déjà, laisse voir le sommet de la première feuille, f^1, sortant par le haut de la fente cotylédonaire.

A, l'oignon de la même, grossi pour en mieux montrer les diverses parties. Mêmes lettres.

B, coupe longitudinale du même oignon, montrant la disposition relative des deux feuilles f^1, f^2.

PLANCHE 6.

Fig. 22. Jeune plante vers la fin de sa première période végétative, montrant la première feuille, f^1, qui fait fortement saillie en dehors de la fente cotylédonaire. — Mêmes lettres.

A, oignon de la même, grossi pour en faire mieux voir les détails.

B, coupe longitudinale du même oignon, montrant qu'il existe maintenant trois feuilles, f^1, f^2, f^3, emboîtées l'une dans l'autre et embrassées à leur tour par la gaîne cotylédonaire ct, fortement épaissie.

Fig. 23, 24, 25. Jeunes pieds de *Lilium giganteum* Wall à la deuxième année.

Fig. 23. Pied de deux ans, qui a produit une feuille à limbe ovale-lancéolé f. — Dans cette figure et les cinq suivantes, ct indique ce qui reste de la gaîne du cotylédon, et les lettres b, c, d, e désignent les formations foliaires suivantes, qui sont ou seront des écailles nourricières ; f, la feuille à limbe vert.

A, coupe longitudinale du même, destinée surtout à montrer les écailles d, e, déjà formées et cachées dans la gaîne de la feuille f.

Fig. 24. Autre pied plus jeune que le précédent, dont la feuille commence à sortir.

A, section longitudinale du même.

B, base de la jeune feuille du même, pour montrer la nouvelle formation foliaire e, qui semble naître de cette base, tandis qu'elle part en réalité d'un petit prolongement de l'axe que continue le pétiole de la jeune feuille.

Fig. 25. Jeune pied à sa deuxième année, vigoureux, et montrant une feuille à limbe cordiforme bien développé. — *ct*, gaîne cotylédonaire ; a^{I}, a_{II}, a_{III}, écailles nourricières de la première année, dont les deux dernières sont devenues de plus en plus foliacées.

Lilium cordifolium Thunb.

Fig. 26. Jeune pied entier, à sa deuxième année, ayant une feuille cordiforme longuement pétiolée, et offrant encore la gaîne du cotylédon *ct*, avec deux écailles nourricières a^{I}, a^{II} ; *r*, radicule développée en long et fort pivot ; r'', racines nées à la base du petit oignon.

A, coupe longitudinale du même. Mêmes lettres.

B, base de la feuille *f*, assez grossie pour montrer la nouvelle formation foliaire, future écaille nourricière f^1, qui est enfermée dans la gaîne de la feuille *f*.

PLANCHE 7.

Fig. 27. Oignon d'un jeune pied vigoureux, à la fin de sa deuxième année. — a'', a'', restes secs et lacérés de l'écaille nourricière interne analogue à celle qui portait la même lettre sur la figure 26 ; *f*, pétiole de la feuille produite pendant la deuxième année, qui s'est fortement épaissi à sa base ; *b*, écaille nourricière nouvelle qui semble remplir la cavité de la gaîne de *f*.

Fig. 28. Pied tout entier, qui n'a développé qu'une tige rabougrie, surmontée d'une fleur monstrueuse. — 1, 2, 4, 5, 6, cinq des six écailles externes de l'oignon portant encore quelques restes de la feuille normale, dont elles sont la portion basilaire ; a_{I}, a^{II}, a^{III}, écailles nourricières.

Fig. 29. Caïeu produit par le pied précédent. — 1, 2, ses deux écailles externes, à petite cicatrice terminale ; a^{I}, a^{II}, deux écailles nourricières.

Lilium auratum Lindl.

Fig. 30. Petit pied à sa deuxième année.

A, petit pied à sa deuxième année, grossi : *a*, reste desséché de la gaîne d'une production foliaire antérieure ; f^1, première feuille renflée et épaissie à sa base de manière à former un petit oignon ; f^2, sommet d'une deuxième feuille qui commence à se faire jour en dehors de cet oignon.

B, coupe longitudinale du même, montrant que le centre du jeune oignon présente deux autres feuilles très-jeunes, f^3, f^4, celle-ci naissante.

Fig. 31. Pied un peu plus avancé, qui a sa deuxième feuille f^2 fortement saillante, à limbe linéaire-lancéolé : r', r'', deux racines adventives.

A, coupe longitudinale de l'oignon du même, montrant que f^3 a pris un accroissement assez notable.

Lilium Szovitzianum Fisch. et Lall.

Fig. 32. Jeune pied entier, à sa deuxième année. — Le petit oignon est accompagné extérieurement d'un reste, *a*, d'une écaille nourricière de la première année. Il présente une feuille verte *f*, dont la base est fortement épaissie, et restera plus tard en grande écaille à cicatrice terminale : r', r', racines définitives, les seules qui existent maintenant ; a^{I}, écaille nourricière épaisse.

A, coupe longitudinale de cet oignon, montrant que, en dedans de l'écaille nourricière a^1, il en existe trois autres de plus en plus petites, a^2, a^3, a^4, celle-ci naissante.

Lilium Thunbergianum Roem. et Sch.

Fig. 33. Très-jeune pied en germination. — L'extrémité du cotylédon *ct* est encore logée dans le spermoderme, *sp* : *r*, radicule ; *a*, niveau de la gemmule.

A, coupe transversale du même, menée au niveau *a* de la figure 33. On voit que, dans la cavité de la gaîne du cotylédon *ct*, la gemmule a produit une feuille f^1, bien formée et canaliculée.

PLANCHE 8.

Fig. 34. Jeune pied un peu plus avancé du même Lis. — Le cotylédon est devenu une longue feuille séminale, renflée quelque peu à sa base, *ct*, en un très-petit oignon, et dont le limbe vert, ct', est linéaire-lancéolé. La première feuille, f^1, fait déjà fortement saillie hors de la gaîne cotylédonaire : *r*, radicule un peu ramifiée.

A, le petit oignon du même pied, assez grossi pour montrer la première racine adventive naissante en r'.

B, coupe longitudinale du même, laissant voir une deuxième feuille, f^2, à la base de f^1. Mêmes lettres pour le reste.

C, centre de l'oignon, plus fortement grossi pour faire voir la situation de la feuille très-jeune, f^2.

Lilium callosum Zucc.

Fig. 35. Jeune pied à sa deuxième année. — *r*, radicule développée en long pivot et rameuse ; r', r', racines adventives basilaires ; 1, 2, écailles épaisses, blanches ; 3, écaille développée supérieurement en une petite lame foliacée, verte ; 4, feuille verte bien développée.

A, même oignon, grossi pour en mieux montrer les parties, surtout la radicule, *r*, marquée d'anneaux proéminents transversaux.

B, coupe longitudinale du même, pour découvrir à son centre une feuille naissante, 5, qui se voit mieux encore sur la figure 35 C.

Lilium tenuifolium Fisch.

Fig. 36. Jeune pied, qui laisse sortir assez longuement une feuille verte, f^1, hors de la gaîne renflée en un petit oignon, *ct*, de sa feuille séminale. — ct', limbe de celle-ci ; *a*, portion brunâtre séparant ce limbe vert du pétiole blanc ; *r*, radicule.

A, le même, grossi pour montrer la racine adventive basilaire naissante r'. Mêmes lettres.

B, coupe longitudinale du même, montrant, au centre, une feuille naissante, f^2, qui est représentée à part, en place, sur la figure 36 C.

D, E, coupes transversales du jeune oignon passant par la petite feuille, f^2. La première passe au bas de la gaîne cotylédonaire, encore entière à ce niveau ; la deuxième passe un peu plus haut, à un niveau où les deux bords de la gaîne cotylédonaire s'appliquent largement l'un sur l'autre

---

VARIATION DÉSORDONNÉE DES PLANTES HYBRIDES

ET DÉDUCTIONS QU'ON PEUT EN TIRER

Par M. Ch. NAUDIN.

Il y a quelques années déjà, j'ai signalé à diverses reprises la variabilité des plantes hybrides, à partir de la deuxième génération, quand ces plantes sont fécondées par leur propre pollen. Des observations plus récentes de divers expérimentateurs ont confirmé ce fait, qui paraît, sinon absolument universel, du moins très-général, puisqu'on n'y connaît jusqu'ici qu'une seule exception, celle de l'*Ægilops speltæformis*, hybride du Blé et de l'*Ægilops ovata*, resté tel, après plus de vingt générations, qu'il l'était à la première (1). Voici un nouvel exemple de cette variabilité que j'ai appelée *désordonnée*, parce qu'elle semble n'être assujettie à aucune règle.

En 1874, j'ai trouvé un individu hybride du *Lactuca virosa* et de la grosse variété de la Laitue commune, connue sous le nom de *Laitue de Batavia*. Cet hybride était si parfaitement intermédiaire entre les deux espèces, toutes deux cultivées à proximité l'une de l'autre, qu'il eût été difficile de dire de laquelle elle se rapprochait le plus. Les deux espèces sont cependant fort tranchées. Quelques mots suffiront pour mettre en relief leurs caractères différentiels les plus saillants.

Le *Lactuca virosa* est une forte plante indigène et sauvage, dont la tige, quoique annuelle, devient un peu ligneuse et s'élève droite, presque sans se ramifier, si ce n'est dans l'inflorescence, à 1^{m},60, 2 mètres et quelquefois davantage. C'est à peu près le double de la taille qu'atteint ordinairement l'espèce cultivée. Ses feuilles sont planes, roides, plus ou moins laciniées ou lobées, quelque peu glaucescentes, denticulées-spinuleuses sur leur contour, et toujours pourvues, sur la nervure médiane, à la face inférieure, d'une rangée de poils roides et presque spinescents, qui suffiraient à eux seuls pour faire reconnaître l'espèce au simple toucher. La plante cultivée, parfaitement glabre dans toutes ses parties, n'offre rien de semblable. Ses feuilles sont d'ailleurs beaucoup plus larges, plus molles, souvent cloquées et marbrées de taches rousses ou brunâtres. Dans la race dont il est question ici, elles chevauchent les unes sur les autres, de manière à former ce qu'on appelle une *Laitue pommée*.

---

(1) Cette exception n'existe même pas. L'*Ægilops speltæformis* est considéré aujourd'hui, avec raison, comme espèce légitime et non comme hybride (voy. Jordan, *Ann. sc. nat.*, 4^{e} série, 1856, t. IV, p. 295, — et *Espèces affines*, p. 8, etc. 1873). (*Réd.*)

L'hybride de première génération fut très-fertile, et de ses graines naquirent une multitude de jeunes plantes, très-variées de figure, où s'entremêlaient à tous les degrés les caractères des deux espèces. On n'en conserva que vingt, qui furent transplantées sur une planche à part, pour en faciliter l'observation et la comparaison avec les espèces parentes.

Je n'entrerai pas dans le détail de leur description. Il me suffira de dire que ces vingt plantes reproduisaient, dans leur ensemble, tous les phénomènes de la variation la plus désordonnée. Quelques-unes différaient à peine de la Laitue de Batavia, tout en conservant sur quelques points des empreintes manifestes de l'espèce sauvage, par exemple cette ligne de poils spinescents qui hérissent, chez elle, le dessous de la nervure médiane; d'autres reproduisaient, presque trait pour trait, le *L. virosa*, mais avec des feuilles dont la nervure était totalement inerme. Il y en avait chez lesquelles la tendance à pommer était prononcée; d'autres dont les feuilles, laciniées et spinuleuses, commençaient à se cloquer et à se marbrer de taches brunes comme dans la race cultivée. Mêmes variations dans le développement et la consistance de la tige, qui, chez quelques-unes, atteignait à 2 mètres, tandis que chez d'autres elle arrivait à peine au quart de cette hauteur. En somme, il n'existait pas deux individus vraiment semblables dans cette collection de vingt plantes hybrides de deuxième génération, et je suis convaincu que, la collection eût-elle été dix fois plus nombreuse, le résultat aurait encore été le même.

Un point essentiel à faire ressortir ici, c'est que, dans cet enchevêtrement des caractères des deux espèces différentes, on ne voit rien apparaître de nouveau, rien qui n'appartienne à l'une ou à l'autre. La variation, si désordonnée qu'elle soit, se meut entre des limites qu'elle ne franchit pas. Les deux natures spécifiques sont en lutte dans l'hybride, auquel chacune apporte son contingent ; mais de ce conflit ne sortent pas réellement des formes nouvelles : ce qui se produit n'est jamais qu'un amalgame de formes déjà existantes dans les types producteurs. Il semble cependant que, si quelque chose pouvait faire dévier l'espèce de la ligne de son évolution, ce serait le trouble apporté dans son organisme par son union forcée à une autre ; mais il n'en est rien : l'hybride n'est qu'un composé de pièces empruntées, une sorte de mosaïque vivante dont chaque parcelle, discernable ou non, est revendiquée par l'une ou par l'autre des espèces productrices. Je ne connais rien qui témoigne mieux de la ténacité des formes spécifiques que cette persistance à se reproduire dans ces organismes artificiels qui doivent leur existence à une violence faite à la nature.

Cette tendance des espèces, et j'ajoute des races, si l'on tient à regarder les races comme autre chose que de vraies espèces, cette tendance à persévérer dans une série indéfinie de générations, et malgré tous les obstacles, est assurément un des faits les plus considérables du monde organique, et ce fait se rattache indubitablement à une cause qui lui est proportionnée en importance. Tous les biologistes sont d'accord ici pour proclamer la puissance de l'hérédité, et même, quand une modification notable apparaît dans la lignée d'une espèce bien définie, la plupart inclinent, et je crois avec raison, à y voir l'influence d'un ancêtre plus ou moins éloigné, dont le pouvoir, dissimulé jusque-là et tenu en échec par une cause inconnue, s'est manifesté tout à coup sur quelque membre de sa postérité. C'est l'atavisme proprement dit, qui n'est qu'un cas particulier de l'hérédité, et qui pourrait bien être, ainsi que je le dirai plus loin, la cause la plus essentielle et la plus habituelle de la variabilité, dans les espèces sujettes à varier.

Mais d'où vient l'hérédité et qu'est-elle? Pour répondre à cette question, il nous faut remonter aux lois mêmes qui régissent le mouvement. Selon moi, le mouvement est toujours le passage d'un équilibre à un autre, et toujours aussi il se fait dans le sens de la moindre résistance. Il en résulte qu'une fois qu'il a commencé à suivre une certaine direction, il tend à y persévérer, parce qu'il élargit sa voie et en aplanit de plus en plus les obstacles. En d'autres termes, la direction suivie par le mouvement devient d'autant plus fixe, elle résiste d'autant mieux à tout effort qui tendrait à la changer, que son commencement date de plus loin. Qu'il s'agisse du mouvement de grandes masses ou de celui de simples molécules, la loi est la même et les phénomènes se ressemblent. Dans l'ordre physiologique, dans l'ordre psychique et moral lui-même, nous retrouvons l'application de cette loi du mouvement. Tout le monde sait comment naissent les habitudes; comment, par la répétition des mêmes actes, elles prennent de la force et finissent trop souvent par commander à la volonté, par devenir, en un mot, une seconde nature. C'est qu'ici aussi la voie s'élargit et les obstacles s'aplanissent. L'hérédité physiologique n'est, à mes yeux du moins, qu'une habitude invétérée dans une série plus ou moins longue de générations, habitude devenue d'autant plus irrésistible, d'autant plus fatale, que sont plus nombreuses les générations d'ascendants qui l'ont transmise à leur postérité.

Le mouvement n'est pas la vie, mais il est une des conditions premières de la vie, qui ne se conçoit pas sans lui, à tel point qu'on peut dire que tout acte vital, physiologique ou psychique, est corrélatif de quelque mouvement. La reproduction des êtres organisés, comme toutes leurs autres fonctions, est intimement liée à des mouvements moléculaires; et puisque ces mouvements ne peuvent échapper à la loi de la moindre résistance, ils doivent, pour chaque espèce, suivre des directions déterminées, caractéristiques de cette espèce et d'autant plus invariables, qu'elle vieillit davantage, c'est-à-dire que le nombre des ascendants devient plus grand et que l'hérédité creuse plus profondément le sillon dans lequel l'espèce doit évoluer pour passer d'une génération à l'autre.

Nous ne connaissons que deux types de reproduction : celui où il suffit d'un seul individu pour donner naissance à une postérité (reproduction scissipare, gemmipare, etc.), et celui où le concours de deux individus est nécessaire. Les deux règnes organiques offrent de nombreux exemples du premier mode ; mais le second, c'est-à-dire la reproduction *binaire*, est beaucoup plus général, on pourrait dire universel, car nous le voyons usité presque dans tous les cas où un seul individu peut rigoureusement reproduire et multiplier son espèce. Même dans ce mode le plus simple, où chaque individu n'est que la continuation d'un seul premier ancêtre, le mouvement évolutif, suivant toujours la même direction dans la série des individus successifs, pourrait encore, à la longue, devenir assez ferme pour résister aux influences extérieures qui tendraient à le modifier ; mais par la génération binaire il acquiert une bien autre force pour persévérer dans la même voie. Considérons, par exemple, un individu actuellement vivant : cet individu a un père et une mère, de même espèce que lui, qui ont tous deux concouru à sa formation et dont il totalise les hérédités. Ce père et cette mère ont eu de même leurs parents, qui, à leur tour, sont issus, toujours par génération binaire, de parents semblables à eux, et ainsi de suite en remontant jusqu'au commencement des choses. L'individu considéré recueille donc les influences d'un nombre d'ancêtres incalculable, nombre qui s'accroît, en remontant dans le passé, suivant la progression géométrique $\div 2 : 4 : 8 : 16 : 32 : \ldots : n$, c'est-à-dire suivant la série indéfinie des puissances de 2 $(2, 2^2, 2^3, 2^4, \ldots, 2^n)$; et ceci mène à supposer avec grande vraisemblance que la plupart des espèces, sinon toutes, ont commencé par un nombre fort grand d'individus analogues de structure, sortis d'un même protorganisme, et dont les alliances entrecroisées de mille manières ont déterminé le sens dans lequel leur postérité devait évoluer. La reproduction binaire a pu se réduire, dans le principe, à une simple conjugaison d'organismes hermaphrodites ou même asexués ; mais, par le perfectionnement croissant de la division du travail physiologique, les individus se sont graduellement différenciés en mâles et en femelles, et la reproduction binaire *sexuelle* est devenue la règle, sans cependant faire totalement disparaître les autres modes de transmission de la vie.

On objectera peut-être que, dans les cas de monœcie et d'hermaphroditisme chez les plantes, la reproduction sexuelle est effectuée par un seul individu, et que le principe émis ci-dessus cesse de trouver son application ; mais je répondrai que l'objection repose sur une fausse apparence. Le mot *individu* implique l'indivisibilité de l'être, et toute plante qui n'est pas réduite à une simple cellule, comme par exemple le *Protococcus*, n'est pas un individu dans le sens vrai du mot, mais un agrégat d'individus associés, d'après certains modes, en un système plus ou moins complexe où chacun d'eux a son rôle propre à remplir. La plante, telle qu'on l'entend ordinairement, n'est, à vrai dire, que l'intégrale d'un nombre immense d'organismes presque infiniment petits. C'est la cellule, l'élément anatomique, qui est ici le véritable individu, et dans la vaste association de ces cellules-individus il s'en trouve toujours de privilégiées, qui sont exclusivement affectées à la reproduction de l'agrégat vivant, et auxquelles sont dévolus les rôles de mâle et de femelle. Une plante phanérogame, et même la plupart des Cryptogames, peuvent rigoureusement être assimilées, sous ce rapport, à une ruche, qui forme de même un tout nécessaire à la vie des individualités dont elle se compose, et parmi lesquelles aussi un petit nombre seulement, douées de sexualité, sont chargées du soin de conserver l'espèce. Ainsi, même chez les plantes hermaphrodites, la reproduction sexuelle est binaire tout autant que si les sexes étaient portés par des pieds différents.

Si l'on veut réfléchir à la somme d'hérédités qui pèsent sur chaque individu actuellement vivant ; si l'on calcule ce que doit être l'énergie de tant de millions d'ancêtres de même origine et de même structure qui tendent à la maintenir dans le courant évolutif suivi jusque-là, non-seulement on comprendra la persistance des formes spécifiques, mais on sentira en même temps combien il est peu probable qu'elles puissent jamais sortir d'un lit si profondément creusé pour entrer dans un autre et revêtir de nouvelles figures. Cette persistance dans une voie où leur évolution ne rencontre plus d'obstacles a pour conséquence immédiate l'économie de la force, c'est-à-dire de la vitalité même des espèces, qui ne pourraient changer qu'en dépensant une somme de force assez grande pour neutraliser l'énorme puissance avec laquelle tant d'hérédités accumulées les entraînent. Cet effort est-il possible ? Jusqu'ici l'expérience a dit non. Dans tous les cas la transformation des espèces aurait pour conséquence inévitable, ou la réduction du volume des individus, ou le raccourcissement de leur vie, ou l'abréviation de la durée des espèces, ou même toutes ces décadences à la fois. On invoque les influences du milieu pour appuyer cette hypothèse, et l'on oublie que la vitalité des organismes est inhérente à eux-mêmes, qu'ils ne la tirent point du milieu inorganique, et que s'ils se modifient, s'ils s'assouplissent pour se mettre d'accord avec les exigences de ce milieu, tout l'effort est de leur côté. Au surplus, le milieu, c'est-à-dire la totalité des conditions extérieures auxquelles les organismes se sont accommodés, tend lui-même à l'équilibre dans toutes les directions, et, par là, perd de plus en plus de son pouvoir. Sans doute bien des espèces sont sujettes à varier ; mais ces variations, dont on s'exagère si volontiers l'importance, et qui sont toujours plus superficielles que profondes, peuvent s'expliquer par de tout autres causes que des influences de milieu. La variation désordonnée des postérités hybrides ou métisses semble nous mettre sur la voie, et elle nous conduit à rattacher avec infiniment plus de probabilité les variations des espèces proprement dites à des influences ancestrales qu'à des actions accidentelles. L'expérience des cultivateurs appuie cette manière de voir. C'est, par exemple, un fait très-constant dans la pratique agricole et horticole, que, dans les semis de graines de même espèce et de même provenance, les conditions extérieures étant identiques pour toutes et agissant avec la même intensité, il ne se trouve jamais qu'un nombre fort restreint d'individus, un ou deux tout au plus sur quelques centaines ou même sur quelques milliers, qui présentent des modifications sensibles, et encore ces modifications ne se font-elles pas dans le même sens sur tous les individus modifiés, ainsi que cela devrait arriver si le milieu était la cause directe de cette altération. Dans aucun cas on n'a vu jusqu'ici varier de la même manière, je ne dis pas la majorité des plantes d'un même semis, mais seulement une notable minorité, quelles qu'aient été les circonstances extérieures. Lors donc que nous voyons varier sans aucune règle, par le semis de leurs graines, des plantes assujetties depuis un temps immémorial à la culture, telles, par exemple, que la Vigne et la plupart de nos arbres fruitiers, tout nous porte à penser qu'elles le doivent à des croisements, probablement fort anciens et peut-être antérieurs à toute domestication, entre des espèces voisines, et que leur inconstance, d'une génération à l'autre, est simplement un fait d'atavisme. La même probabilité d'origine s'applique à ces groupes de plantes restées sauvages (les Rosiers entre autres), où les variétés sont si nombreuses, si peu tranchées et si peu fixes, que leur distribution en espèces et leur nomenclature ont toujours été la pierre d'achoppement des classificateurs.

Le lien m'apparaît si étroit entre le maintien des formes spécifiques et la génération binaire, que je ne puis me défendre de regarder ces deux faits capitaux du monde organique comme étant entre eux dans le rapport de l'effet à la cause. Je vais même plus loin, et je dis sans hésiter que c'est à cet admirable artifice d'une génération qui exige le concours de deux êtres semblables ou analogues que les espèces doivent leur origine. Les groupes vraiment spécifiques et capables de transmettre leur physionomie commune et leurs caractères essentiels à une postérité ont commencé, selon moi, le jour où la nature est entrée dans l'ère de la sexualité. Jusque-là les formes pouvaient être indécises, mobiles, vacillantes sous l'influence des accidents extérieurs; mais, une fois la sexualité établie, l'hérédité n'a pu manquer de produire ses effets avec l'énergie croissante dont nous avons parlé plus haut, doublant son pouvoir à chaque génération, et rendant de moins en moins possibles ces transformations où une nouvelle école s'efforce de trouver l'origine des espèces. Sans doute les structures analogues dérivent d'une source commune, mais ce point de départ est antérieur à la sexualité, et il faut le chercher dans ces protorganismes qui, dans mes idées, ont marqué le début de la vie sur ce globe. La doctrine du transformisme est, au fond, la négation de l'hérédité, et elle laisse sans explication valable le phénomène, aussi universel qu'étrange, de la reproduction binaire. Elle implique même, dans une certaine mesure, que les lois qui régissent l'évolution des êtres vivants sont subordonnées à tous les hasards du monde extérieur, par conséquent transitoires et incertaines. Pour moi, je ne puis croire que le monde organisé aille à l'aventure. Comme tous les phénomènes, il procède de quelque chose d'antérieur; il a eu son point de départ, il aura son point d'arrivée, où il se soudera vraisemblablement à quelque nouveau mode de la vie, et, dans cet intervalle, il est mené par des lois, plus complexes peut-être, mais certainement aussi déterminées et aussi fixes que celles de la nature inorganique et qui l'empêchent de s'égarer dans l'inutile. La science, sans doute, ne soulèvera jamais le voile qui nous cache ce commencement et cette fin; mais si, par ses recherches persévérantes dans toutes les voies ouvertes à l'esprit humain, elle parvient à éliminer les hypothèses impossibles, pour ne laisser place qu'à celles que la raison peut avouer, ce sera encore une suffisante rémunération de ses efforts.

MÉMOIRE

SUR

L'ANATOMIE COMPARÉE DE L'ÉCORCE

Par M. Julien VESQUE.

Le faisceau fibro-vasculaire de la tige des Dicotylédonées est ordinairement composé de deux parties : le bois à l'intérieur et le liber à l'extérieur. Les faisceaux sont disposés en cercle au milieu d'un tissu parenchymateux qui les environne toutes parts, et qui porte le nom de *parenchyme fondamental*. Le liber et le bois des faisceaux sont séparés par une couche d'un tissu très-délicat, dont les longues cellules ont le pouvoir de se diviser, et de former ainsi à l'intérieur de nouveaux éléments ligneux, à l'extérieur de nouveaux éléments libériens ; ce tissu porte le nom de *cambium*, et il se transmet d'un faisceau au faisceau voisin, à travers le parenchyme fondamental, dans lequel il interpose le nombre de cellules suffisant pour que ce tissu puisse suivre l'extension des faisceaux. La partie du parenchyme fondamental en dehors du liber s'appelle l'*écorce primaire*, celle qui se trouve à l'intérieur des faisceaux est la *moelle*, et les lames parenchymateuses qui rejoignent la moelle à l'écorce primaire sont les *rayons médullaires primaires*.

Les couches secondaires des faisceaux se divisent à leur tour radialement par des rayons médullaires secondaires.

On appelle l'*écorce*, dans les Dicotylédonées, toute la somme de tissus situés en dehors du cylindre cambial. L'écorce se compose donc : 1° de l'épiderme, qui recouvre le tout ; 2° de l'écorce primaire tout entière ; 3° d'une partie de tous les rayons médullaires primaires; 4° de la partie libérienne des faisceaux fibrovasculaires extérieure au cambium.

Ce mémoire se divise ainsi naturellement de la manière suivante :

HISTORIQUE.

INTRODUCTION.

CHAPITRE PREMIER. — L'épiderme.
  Épiderme persistant.

CHAPITRE II. — L'écorce primaire.
  I. Définition.
  II. Structure générale.
  III. Étude des éléments qui la composent.
    A. Cellules parenchymateuses.
    B. Cellules de collenchyme.
    C. Cellules cristalligènes.
    D. Cellules laticifères.
    E. Cellules scléreuses.
    F. Cellules à tannin.
    G. Fibres (libriformes).
    H. Lacunes à gomme.
    I. Glandes résinifères et oléifères.
  IV. De différentes modifications que subit l'écorce primaire par les progrès de l'âge.
    La gaîne protectrice.
    Annexe à l'écorce primaire : les rayons médullaires primaires.

CHAPITRE III. — Le liber en général; sa position.
  Liber situé ailleurs que dans l'écorce.

CHAPITRE IV. — Le liber extérieur.
  I. Définition.
  II. Ses éléments.
    A 1. Fibres libériennes.
    A 2. Cellules grillagées.
    A 3. Parenchyme libérien.
    A 4. Cellules cristalligènes libériennes.
    B 1-2. Laticifères et cellules sécrétrices de diverse nature.
    B 3. Glandes résinifères et oléifères du liber.
    B 4. Lacunes à gomme.
    C 1. Sclérification.
    C 2. Parenchyme et prosenchyme corné.
    Annexe au liber : rayons médullaires secondaires.

Chapitre V. — **La décortication.**
I. Absence de décortication.
II. Le suber.
III. Sa formation.
IV. Anatomie du suber.
V. Sa position.
VI. Péridermes secondaires, rhytidome.

HISTORIQUE.

Malpighi (*Anatome plantarum*, Londini, 1686) distinguait dans l'écorce une cuticule (épiderme), une couche d'utricules vertes, des fibres formant des réseaux superposés, séparés par des couches d'un parenchyme semblable à la couche verte, et des rangées de cellules allongées dans le sens radial, et traversant les mailles des réseaux libériens. Il pensait que les écailles mortes, qu'on trouve sur les vieux troncs, étaient dues à la rupture de la cuticule, à la mort et à la dessiccation de la couche utriculaire placée au-dessous.

Nehemiah Grew (*the Anatomy of Plants*, London, 1682) divise l'écorce en deux parties, « *the skin* » (épiderme) et « *the main body* ». L'épiderme est composé de petites cellules qui meurent, et disparaissent à un certain âge ; il est souvent renforcé par des fibres lignifiées ou des vaisseaux longitudinaux, auxquels s'ajoutent quelquefois des fibres transversales. Le *main body* consiste en deux parties : le parenchyme et les vaisseaux. Le parenchyme résulte de l'union d'une quantité innombrable de cellules (*bladders*) semblables à celles de l'épiderme, mais plus grandes et plus rondes. Les vaisseaux placés toujours à la partie interne de l'écorce contiennent du suc, et sont réunis de manière à constituer des réseaux.

Duhamel (*la Physique des arbres*, Paris, 1758) divise l'écorce en trois parties : l'épiderme, l'enveloppe cellulaire et les couches corticales. L'épiderme est une membrane mince, sèche et aride, qui recouvre l'écorce aussi bien que les feuilles, les fleurs et les fruits. Il est tantôt simple, comme sur les jeunes rameaux, tantôt multiple, comme sur le Bouleau. Sur les vieux troncs, il ne se trouve plus que par lambeaux morts et desséchés, à cause de l'accroissement en diamètre du tronc que l'épiderme ne peut pas suivre. Il confondait évidemment sous ce nom le véritable épiderme, qui recouvre les jeunes rameaux et les couches péridermiques qui le remplacent plus tard. Quant à l'anatomie de cette partie de l'écorce, Duhamel a de la peine à croire qu'elle consiste en utricules, comme le pensaient Malpighi et Grew; mais il la croit plutôt formée par une simple membrane. Duhamel appelle enveloppe cellulaire la couche verte succulente qui se trouve au-dessous de l'épiderme; il dit qu'elle est composée de cellules, et que son tissu est semblable à celui de la moelle; elle sert à prévenir le desséchement des parties qu'elle recouvre et à réparer l'épiderme. Les couches corticales se composent : 1° de vaisseaux lymphatiques réunis en fibres, dont l'ensemble forme les réseaux libériens; 2° de tissu cellulaire remplissant les mailles des réseaux de fibres, et s'étendant du bois à l'enveloppe cellulaire; 3° de vaisseaux propres, parmi lesquels il compte les vaisseaux qui portent encore ce nom, et les glandes résinifères allongées.

Hill (*the Construction of Timber*, Lond., 1774) trouve l'épiderme semblable au parenchyme; il croit qu'il en est une production occasionnée par le racornissement que l'air opère en le desséchant.

Pour Senebier (*Physiologie végétale*, Genève), l'épiderme est une membrane fine, qui recouvre déjà le germe avant qu'il soit fécondé, et qui ne fait que s'étendre pendant que la plante croît; il admet comme Duhamel, et contrairement à ce que pensaient Malpighi et Grew, que sa dilatabilité était incompatible avec la structure utriculaire qu'admettaient ces deux auteurs.

Link ne distingue pas l'épiderme des couches plus profondes; il dit que la partie extérieure de l'enveloppe herbacée se dessèche, et forme une croûte brune qui se divise et tombe.

Treviranus distingue : 1° l'enveloppe herbacée, dont la rangée extérieure constitue l'épiderme; 2° le liber; 3° une couche voisine de l'aubier qui se transforme en aubier.

Du Petit-Thouars (*Essais sur la végétation*, 5^e^ essai, 1809) trouve sur une branche de Tilleul ou de Marronnier un épiderme consistant en une peau membraneuse et sèche; puis le parenchyme qui s'enlève facilement, et laisse voir une couche sèche, blanche, formée de petits grains. Ce tissu se transforme en parenchyme qui remplace l'ancien; celui-ci se dessèche, et forme une nouvelle couche d'épiderme. Mais ces phénomènes de transformation ne s'observent bien que sur ces plantes; dans d'autres arbres où l'on peut encore les rencontrer, ils sont cependant déjà déguisés.

Sprengel (*Von dem Bau und der Natur der Gewächse*) distingue le véritable épiderme des parties herbacées de l'épiderme sec, grisâtre, qui recouvre les branches âgées.

Mirbel, dans ses *Éléments de physiologie végétale et de botanique* qui ont paru en 1815, décrit dans l'écorce des arbres : 1° Une enveloppe herbacée, tissu cellulaire plus ou moins régulier, à cellules remplies d'une matière résineuse plus ou moins verte; cette enveloppe herbacée se dessèche, se fend, s'use à la superficie, et se renouvelle intérieurement. 2° Les couches corticales formées de plusieurs réseaux de cellules allongées superposées les uns aux autres; elles sont produites par les couches les plus extérieures du liber. 3° Le liber. Il est pour ainsi dire une herbe vivace, qui revêt la superficie du corps ligneux des arbres et arbrisseaux dicotylédons. Il est formé d'un plexus de cellules allongées, dont les interstices sont remplis de tissu cellulaire; macéré quelque temps dans l'eau, il se divise en lames réticulaires, semblables aux couches corticales : c'est le liber qui forme le bois.

De Candolle (*Organographie végétale*, Paris, 1827). Les couches corticales dont l'ensemble forme le liber sont constamment repoussées vers l'extérieur, finissent par se fendiller, mourir, et se charbonner plus ou moins à l'extérieur. L'enveloppe cellulaire est une sorte de moelle extérieure; quand elle ne peut pas suffire à l'accroissement, elle se rompt longitudinalement, et forme ainsi les gerçures de l'écorce. Le liége est une enveloppe cellulaire sèche et flexible; dans le Platane, elle est mince, roide et friable ; quand elle est tombée, il s'en développe une autre qui tombe à son tour.

La cuticule proprement dite (épiderme) meurt ordinairement à un âge très-peu avancé ; elle devient d'abord un peu opaque, puis se dessèche ou s'exfolie, ou se fendille. La pellicule, qui recouvre ensuite les branches dès la seconde ou troisième année, présente un aspect différent ; cette membrane, ou épiderme proprement dit, est formée (d'après Malpighi) par les couches externes de l'enveloppe cellulaire.

Il s'est engagé, à propos de la transformation du liber en bois, une discussion entre Mirbel et Du Petit-Thouars, Knight, Treviranus, Keiser et De Candolle. Dans un mémoire *sur l'origine du liber et du bois*, présenté à l'Académie en 1827, Mirbel reconnaît son erreur en proclamant que « jamais le liber ne devient bois, mais qu'il existe entre le bois et l'écorce une couche régénératrice ou cambium qui, du côté du bois, se transforme en aubier et du côté de l'écorce en liber. »

Dans l'article Écorce du *Cours complet d'agriculture ou Dictionnaire* (Pourrat, Paris, 1835), Mirbel divise l'écorce en trois parties : l'épiderme, l'enveloppe herbacée et les couches corticales. Les utricules extérieures, toujours unies entre elles, se pressent les unes contre les autres dans la direction du centre à la circonférence, et se teignent de couleurs foncées. Les agents extérieurs occasionnent la chute de ces parties, et, à mesure qu'elles tombent, l'enveloppe herbacée se régénère à l'intérieur.

Ici se termine pour ainsi dire la première période de l'histoire de nos connaissances sur l'écorce. Si nous jetons un coup d'œil rétrospectif sur toute cette période, nous voyons qu'en général ces auteurs ont confondu le véritable épiderme avec le liége, et en partie avec le rhytidome ; ce n'est qu'après les recherches de Rudolphi sur l'épiderme, qu'on a reconnu la différence qu'il y a entre ces deux organes. Quant au suber et au rhytidome, on les prenait pour la partie desséchée de l'enveloppe cellulaire.

L'histoire du liber ou « des couches corticales » n'a pas encore commencé ; on n'y voyait que des réseaux de fibres superposés et séparés par des couches minces de parenchyme.

La deuxième période commence par un travail extrêmement important de Hugo Mohl (*Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung des Korkes und der Borke auf der Rinde der baumartigen Dicotylen. Diss.*, 1836 (1); *Verm. Schriften*, 1846). L'auteur démontre dans ce mémoire que la formation des écailles à la surface de l'écorce n'est pas occasionnée par une simple dessiccation des couches extérieures de l'écorce; mais qu'elle repose sur le développement nouveau de certaines couches cellulaires qui forment tantôt elles-mêmes les écailles, et tantôt séparent du reste de l'écorce des plaques qui ne tardent pas à mourir et à tomber. Dans le premier cas, il y a du liége; dans le second, du rhytidome (*Borke*).

M. Hanstein (*Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Baumrinde*, Berlin, 1853), entrant dans la voie ouverte par Mohl, décrit le périderme et le rhytidome pour un certain nombre de plantes; il distingue deux espèces de rhytidomes : le rhytidome écailleux (*Schuppenborke*) et le rhytidome annulaire (*Ringelborke*).

L'étude détaillée de ce tissu nouveau, qui a reçu le nom de *suber*, nous la devons à Schacht, et surtout à M. Sanio (*Bau und Entwickelung des Korks*, in *Jahrb. f. wiss. Bot.*, II; *Analyse critique de ce mémoire*, par M. Rauwenhoff, *Ann. des sc. nat.*, 5^e sér., t. XII, p. 347).

Dans la troisième période, l'attention des anatomistes s'est dirigée vers une autre partie de l'écorce, vers le liber, par la découverte d'un nouvel élément anatomique. La cellule grillagée, observée en 1853 par M. Hartig, qui décrit avec soin la structure des cloisons transversales de cellules dans les *Cucurbita*. Mohl décrit succinctement ces mêmes organes chez un certain nombre de plantes (*Einige Andeutungen über den Bau des Bastes*, in *Bot. Zeit.*, 1855, p. 873). MM. Hanstein (*Die Milchsaftgefässe*, etc.) et Nægeli ont de nouveau étudié les cloisons transversales des cellules grillagées du *Cucurbita*, et abordent aussi l'étude du parenchyme libérien. Enfin, dans ces derniers temps, plusieurs auteurs, comme MM. G. Kraus et Briosi, ont cherché à expliquer le rôle de ces organes, qui paraissent être d'une importance extrême.

---

(1) *Annales des sciences naturelles*, 2^e série, t. IX, p. 290.

Un grand nombre d'auteurs se sont occupés des autres parties de l'écorce. Je me borne à les citer ici ; dans le courant de ce mémoire, j'aurai l'occasion de parler de leurs travaux : ce sont MM. Caspary, Rosanoff, Van Tieghem, Trécul, Karsten, Gris et d'autres encore.

CHAPITRE PREMIER.

L'ÉPIDERME.

Depuis qu'on a poursuivi la formation de l'épiderme jusque sur le point de végétation, il est devenu très-facile de définir cette enveloppe. Le point de végétation des Phanérogames est recouvert d'une assise de cellules qui perdent aussitôt le pouvoir de se diviser tangentiellement, à de rares exceptions près ; les plus intéressantes ont été étudiées par M. Pfitzer dans un travail spécial publié dans les *Jahrbücher für wiss. Bot.*, t. VIII. Toutes les divisions qui s'y opèrent sont normales à la surface ; ces cellules se réunissent solidement en une membrane continue, percée seulement par les stomates : c'est l'épiderme. Mais comme l'étude de l'épiderme appartient plutôt à l'histoire de la feuille qu'à celle de la tige, je serai bref sur tous les caractères généraux de l'épiderme, et je ne m'arrêterai qu'à ceux qui sont propres à l'épiderme de la tige.

L'épiderme est recouvert extérieurement d'une mince membrane de matière bien différente de la cellulose ; elle se dissout dans la potasse caustique, tandis qu'elle résiste à l'acide sulfurique ; la cellulose donne précisément les réactions opposées. Cette mince membrane a reçu le nom de *cuticule proprement dite*. Les parois cellulaires de l'épiderme sont généralement très-inégalement épaissies ; la paroi externe l'est presque toujours beaucoup plus que toutes les autres ; les parois latérales sont souvent épaissies dans leur partie externe, et cet épaississement peut diminuer insensiblement vers l'intérieur, ou bien s'arrêter net à une distance plus ou moins grande de la surface externe. Je ne reviens pas sur la structure intime des parois cellulaires épidermiques, et notamment de la paroi externe, si souvent décrites par un grand nombre d'auteurs ; j'ajouterai seulement que les couches cellulosiennes extérieures subissent une modification importante. Composées d'abord de cellulose, elles perdent bientôt les réactions caractéristiques de cette espèce chimique : le bleuissement par l'iode et l'acide sulfurique ou par le chloroiodure de zinc, la solubilité dans le réactif cuivrique de Schweitzer, directement ou après un traitement convenable, etc.; mais l'iode et l'acide sulfurique les colorent en jaune, exactement comme la cuticule proprement dite. Cette modification a été appelée, à tort ou à raison, *cuticularisation*, et l'on a identifié la nouvelle matière produite avec celle qui constitue la vraie cuticule. Ces deux matières sont-elles vraiment les mêmes ? L'analyse n'a pu nous l'apprendre jusqu'à présent, à cause de la difficulté insurmontable de séparer la vraie cuticule des couches cuticularisées en quantité suffisante pour permettre l'analyse. Quoi qu'il en soit, la substance particulière qui existe dans les couches cuticularisées paraît être identique avec celle du liége, d'après des recherches très-récentes de M. Fremy, et elle est différente de la substance que cet éminent chimiste appelle vasculose, et qui existe dans le bois.

L'ensemble de la vraie cuticule et des couches cuticularisées se détache tout d'une pièce par la macération dans l'eau ou par certains traitements chimiques ; c'est la *cuticule*, découverte par M. Ad. Brongniart.

Si Mohl a montré que la cuticule de M. Brongniart est composée de deux parties différentes, il n'en est pas moins vrai que la découverte de la cuticule, comme membrane continue extérieure, appartient à M. Ad. Brongniart.

Les couches cuticularisées contiennent presque toujours des matières étrangères : résines, cires (celles-ci peuvent souvent laisser un enduit de forme variable sur l'épiderme) (1), plus rarement des matières colorantes. Celles de *Jacquinia smaragdina*, par exemple, sont imprégnées d'une belle matière colorante rouge carmin. La coloration jaune est moins rare, mais aussi plus difficile à constater.

---

(1) Voyez A. de Bary, *Bot. Zeit.*, 1871, p. 128 et suiv.

La cuticularisation des couches cellulosiennes peut se restreindre aux couches extérieures des parois externes ; mais très-souvent aussi elle pénètre à une profondeur variable entre les parois latérales ; de sorte que la cuticule, détachée par la macération, présente très-nettement la disposition des cellules, et pourrait tromper l'œil inexpérimenté, en simulant un tissu cellulaire. Dans un certain nombre de cas, comme, par exemple, dans *Cerinthe major*, les couches d'épaississement ne sont pendant longtemps composées que de cellulose pure, malgré leur développement considérable ; elles ressemblent par leur aspect aux épaississements du tissu connu sous le nom de *collenchyme*, et le chloroiodure de zinc les colore en bleu, tandis qu'il colore en jaune la vraie cuticule; ce n'est que vers l'époque de la floraison que l'altération commence par les cloisons latérales. La cuticularisation peut aller plus loin et embrasser à la fois toutes les parois des cellules épidermiques, les parois internes comprises, comme dans l'épiderme très-persistant du *Cluytia pulchella*, qui présente peut-être là une véritable subérification sans formation de périderme ? Je ne suis pas éloigné de le croire, et en partant de ce fait, je serai conduit à considérer la cuticularisation en général *comme identique avec la subérification;* la subérification n'appartiendrait plus alors en propre à un tissu de formation nouvelle, mais ne serait qu'un phénomène secondaire qui peut se présenter dans des tissus de nature morphologique très-différente (1). Pour plus de détails sur cette question, voyez les chapitres *Suber* et *Gaîne protectrice.*

Quant à sa durée, l'épiderme peut être *caduc* ou *persistant.* Dans l'immense majorité des plantes ligneuses, il est caduc ; très-près du sommet de la plante commence un travail secondaire à une profondeur variable dans l'écorce : c'est la formation du périderme. Très-souvent le périderme prend naissance dans la rangée de cellules située immédiatement au-dessous de l'épiderme; dans tous les cas, quand le périderme se subérifie et se transforme en liége, la communication physiologique entre l'épiderme et les tissus vivants de l'écorce est rompue, et celui-ci est envahi par une altération chimique considérable et meurt; souvent il se remplit d'une matière colorante rouge, qu'on trouve aussi dans le suber même. Au bout d'un temps plus ou moins long, l'épiderme tombe, soit entièrement avec une partie du suber, soit en partie seulement, par la rupture des cloisons latérales. Une fois sorties de l'état de méristème, les cellules épidermiques caduques perdent le pouvoir de se diviser; leur forme, d'abord isodiamétrique, s'altère par l'accroissement prépondérant de quelques-unes de leurs cloisons : les cellules sont alors allongées dans une direction parallèle à l'axe, et ensuite, si elles vivent assez longtemps, la partie de la plante qu'elles recouvrent ne s'allongeant plus, mais s'épaississant rapidement, leur diamètre transversal s'étend, de manière à leur rendre la forme isodiamétrique, ou même à la dépasser en leur donnant une forme allongée transversalement. Il est important de noter que nous avons affaire ici à un véritable accroissement des parois cellulaires, et non pas à une extension passive de ces parois. La forme qu'on observe le plus souvent sur nos arbres est la forme allongée verticalement; le périderme s'organise de si bonne heure, qu'il coupe court à tout changement ultérieur. Je citerai seulement le Chêne, le Frêne, le Mûrier, l'Érable champêtre, le Bouleau, le Coudrier, etc. Elles sont isodiamétriques dans le Peuplier, par exemple.

---

(1) Voyez A. Barthélemy, *De la respiration des plantes* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. IX, p. 290).

Épiderme persistant. — Dans un certain nombre de cas qui doivent être considérés comme des exceptions, l'épiderme ne tombe pas d'aussi bonne heure; pendant longtemps il ne se forme pas de périderme, ou il ne s'en développe même pas du tout. Toutes les tiges qui sont dans ce cas se distinguent par leur surface unie, verte, de même aspect sur toute leur longueur.

On a souvent cité comme un caractère essentiel de l'épiderme son accroissement par simple extension des parois existantes, sans formation de parois nouvelles. Schacht avait rendu attentif à des divisions tardives dans l'épiderme du Gui, et il avait indiqué la relation qui doit exister entre cette circonstance et la durée de l'épiderme.

Dans une thèse récente de M. R. Müller (1), l'auteur ne nie pas ce fait, mais il cherche à en atténuer la portée en disant que les deux cellules sœurs ne sont pas plus grandes ensemble que les cellules voisines ; en effet, l'accroissement des cellules-filles ne peut pas être plus fort que celui des cellules voisines, à moins que toutes les cellules épidermiques se divisent à la fois, ce qui n'est que rarement le cas. Dans *Pedilanthus Houlletianus*, où toutes les cellules ou presque toutes se divisent, la longueur des cellules-mères est proportionnelle au nombre des cellules-filles auxquelles elles donnent naissance (pl. 9, fig. 1). Évidemment les divisions ne servent qu'à ramener les dimensions des cellules à des grandeurs plus convenables pour l'accomplissement des fonctions vitales des cellules ; toutefois les jeunes cellules grandissent peu à peu, à mesure que les cellules voisines s'étendent et se divisent à leur tour.

Ces faits ne sont pas très-rares, et partout l'épiderme persistant est caractérisé par la division de ses cellules. Avant d'en exposer quelques exemples, je dois faire observer que l'extension des cellules épidermiques sans division doit avoir pour effet d'agrandir l'ostiole des stomates ; et, dans tous les cas, que les cellules épidermiques se divisent d'ailleurs ou qu'elles ne se divisent pas, il doit y avoir dans le système stomatique une disposition particulière destinée à contre-balancer cet effet. M. Strasburger (2) a décrit cette disposition des stomates, sans lui attribuer une signification physiologique, et il distingue deux cas : 1° les cellules qui accompagnent les stomates sont des cellules-filles d'un ordre variable des cellules-mères primordiales des stomates ; 2° ces cellules sont des cellules-filles des cellules épidermiques voisines des stomates. Quelle

(1) R. Müller, *Die Rinde unserer Laubhölzer*. Breslau, 1875.

(2) *Jahrb. für wissensch. Bot.*, IV.

que soit l'origine de ces cellules, elles sont généralement très-aplaties dans le sens du rayon partant du centre du stomate, et elles peuvent suivre pendant longtemps l'accroissement en épaisseur de la tige, sans prendre une forme trop allongée que la nature semble éviter pour des cellules épidermiques. Les Cactées étudiées par M. Strasburger sont un excellent exemple.

Je reviens à l'épiderme persistant avec divisions cellulaires, et je citerai d'abord le *Leycesteria formosa* (Caprifoliacée), dont l'épiderme est doué d'une vitalité remarquable, et peut diviser ses cellules à un âge très-avancé (pl. 9, fig. 2); les parois latérales des vieilles cellules épidermiques sont marquées d'un épaississement réticulé très-élégant, et le fond des places faibles de la paroi est très-finement criblé, comme cela arrive souvent dans les cellules de l'écorce primaire et de la moelle.

J'ignore si la rangée de cellules incolores qui se trouve au-dessous de l'épiderme appartient à celui-ci, ou si elle doit être considérée comme représentant le collenchyme. Le *Ptelea trifoliata* (Zanthoxylée) est dans le même cas, mais à un degré moins avancé.

Dans le *Russelia juncea*, pl. 9, fig. 3 et 4 (Scrofulariée), la persistance extrême de l'épiderme est accompagnée de particularités anatomiques plus marquées encore. D'abord, sans compter quelques irrégularités, ses cellules se divisent tangentiellement en deux rangées superposées qui sont de même nature, et contiennent dans un grand nombre de leurs cellules un suc violet; ensuite les cellules épidermiques subissent un grand nombre de divisions horizontales ou irrégulières, surtout dans le voisinage des stomates.

Dans le *Pedilanthus Houlletianus* (Euphorbiacée), l'épiderme est extrêmement persistant, et toutes ses cellules se divisent par une, deux ou trois cloisons.

Dans le *Ptelea trifoliata*, les cellules épidermiques, d'une durée remarquable, sont assez fortement épaissies en dehors et jusqu'au tiers des parois latérales; elles se divisent pendant longtemps par des parois verticales en deux cellules, quelquefois en trois par des parois inclinées.

Remarquons enfin que les plantes qui présentent cette particularité appartiennent à des groupes très-différents.

Il n'entre pas dans mon programme de m'étendre longuement sur les caractères de l'épiderme qui sont importants dans la classification. Tout le monde connaît l'importance des poils dans la détermination des espèces, etc., et même comme caractère de famille.

Nous verrons plus tard que l'épiderme, au lieu de mourir, peut devenir lui-même le siége d'une formation nouvelle : le périderme.

CHAPITRE II.

L'ÉCORCE PRIMAIRE.

I. — L'écorce primaire n'est autre chose que cette partie du tissu fondamental qui se trouve en dehors des faisceaux fibro-vasculaires ; en d'autres termes, elle est la partie corticale externe du tissu fondamental qu'on sépare, quand on mène à travers toute l'écorce une surface tangente à tous les faisceaux. Mais il ne faut pas considérer cette définition comme rigoureusement exacte ; elle ne permet pas de séparer nettement l'écorce primaire des grands rayons médullaires ; l'embarras devient bien plus grand encore quand on a affaire soit à une simple décurrence des faisceaux foliaires (quelques Composées), soit à des tiges de structure anormale, comme celles de certaines Sapindacées, dans lesquelles il y a deux rangées de faisceaux (Nægeli), ou des faisceaux secondaires nés dans le tissu parenchymateux même de l'écorce primaire (Netto).

J'adopte l'expression d' « écorce primaire », universellement répandue en Allemagne, parce qu'elle établit franchement l'opposition à l' « écorce secondaire » ou « liber », et qu'elle ne préjuge en rien ni sa structure, ni son rôle. L'écorce primaire correspond exactement à l'enveloppe verte de Duhamel ; il n'y a donc aucun malentendu possible, et quand je me servirai d'expressions semblables à celles-ci « couche verte, couche herbacée », je n'entends nullement faire des *noms propres*, mais je veux simplement dire que telle partie de l'écorce primaire contient de la chlorophylle, ou qu'elle consiste en cellules parenchymateuses à parois minces, et chargées de chlorophylle ; il importe de ne pas considérer ces expressions comme équivalentes à l'enveloppe verte de Duhamel.

L'écorce primaire, comme l'indique le nom, est de formation primaire, c'est-à-dire qu'elle est le produit de la transformation *directe* d'une partie du méristème terminal. Par la différenciation très-hâtive des faisceaux fibro-vasculaires (encore parenchymateux), la partie externe du parenchyme du point végétatif est séparée de la partie interne médullaire, et c'est cette partie externe désignée dans cet état embryonnaire sous le nom de *périblème*, qui devient directement l'écorce primaire. Dans les plantes vertes, l'écorce primaire contient généralement, dans au moins une de ses parties, de la chlorophylle, et l'on peut la considérer comme un organe d'assimilation et de respiration semblable aux feuilles, et destiné dans beaucoup de cas à remplacer celles-ci pendant toute la durée de la plante (cladodes), ou pendant la mauvaise saison. Il paraît cependant qu'il y a quelques singulières exceptions : dans une Rubiacée, le *Phyllis Nobla*, l'écorce primaire, quoique très-développée et composée extérieurement d'un tissu faiblement collenchymateux et intérieurement de très-grandes cellules incolores, le tout entremêlé de quelques cellules à raphides, ne renferme que quelques rares grains de chlorophylle dans les cellules placées tout à fait à la limite du liber : quand on cherche plus profondément la cause de la coloration verte de la tige, on trouve dans la moelle, à deux ou quatre assises des trachées, une zone composée de deux à quatre assises de grandes cellules semblables aux autres cellules de la moelle, mais chargées d'une grande quantité de chlorophylle ; il existe également un peu de chlorophylle en très-petits grains dans les rayons médullaires au niveau des trachées. Bientôt il se forme, comme dans un grand nombre de Rubiacées, une lame de périderme entre l'écorce primaire et le liber ; le bois devient trop opaque pour laisser passer la lumière, et la chlorophylle disparaît de la moelle ; mais il s'en forme alors dans les couches externes du liber mou (il n'y a pas de fibres libériennes dans cette plante). Un phénomène semblable s'observe dans le

Putoria calabrica, dont la structure anatomique ressemble d'ailleurs beaucoup à celle du *Phyllis*.

Aux fonctions assimilatrices de l'écorce primaire viennent s'en ajouter d'autres bien évidentes : ce sont celles de protection, et c'est en tenant compte de ces deux fonctions si différentes qu'il nous sera facile de bien comprendre la structure de l'écorce primaire.

II. — L'écorce primaire est essentiellement parenchymateuse dans toutes ses parties ; les vaisseaux lui font toujours défaut, et les éléments prosenchymateux qui s'y trouvent sont toujours en assez petit nombre pour ne pas être considérés comme les éléments principaux. Parmi ces éléments, je compte également les vaisseaux ou cellules laticifères de l'écorce primaire, qu'on rencontre dans un certain nombre de familles telles que les Chicoracées, les Apocynées, les Asclépiadées, les Euphorbiacées, etc., et qui se terminent en pointe à leurs extrémités (1). Certains éléments, qui ne sont pas très-rares dans l'écorce primaire, ressemblent de tout point aux fibres libériennes (fibres libriformes), sans qu'il soit possible de découvrir aucune relation avec le liber. Ce cas se présente surtout dans les écorces primaires très-persistantes, comme dans *Hexacentris* (Acanthacée), chez le *Russelia juncea*, pl. 9, fig. 4 *f* (Scrofularinée), etc.; à un degré beaucoup moindre dans les écorces primaires caduques, comme par exemple chez le *Lavandula vera*, dont le collenchyme, qui soutient les côtes des jeunes tiges, est souvent renforcé par quelques fibres, mais dont toute l'écorce primaire tombe par suite du développement d'un périderme au-dessous des fibres libériennes. Doit-on considérer ces organites comme de véritables fibres libériennes? Je pense que, dans un grand nombre de cas, on a simplement affaire à des cellules scléreuses douées d'un accroissement propre, excessif, qui leur permet de s'insinuer entre les cellules voisines, de se mouler en quelque sorte dans les interstices laissés par ces cellules. Lorsque les cellules de l'écorce primaire sont toutes orientées dans une direction verticale, comme cela arrive si fréquemment, la cellule scléreuse doit prendre la forme allongée prosenchymateuse des fibres libériennes, et lorsqu'en même temps le diamètre de cette cellule reste le même sur toute la longueur, la ressemblance est parfaite. Dans l'écorce primaire du *Fagræa littoralis* (Loganiacée), on trouve des cellules scléreuses qui montrent d'une manière très-nette comment ces pseudo-fibres peuvent se développer; les nombreuses cellules scléreuses, un peu plus larges que les cellules avoisinantes, donnent naissance à de longs processus très-épaissis qui s'engagent dans les méats intercellulaires, et simuleraient parfaitement des fibres libériennes, si la partie renflée et irrégulière de ces cellules ne dévoilait leur véritable nature. Peu importe du reste que ces cellules allongées et épaissies ressemblent plus ou moins parfaitement à des fibres libériennes; elles ne peuvent porter ce nom, que lorsqu'elles appartiennent de fait au liber, ou se rencontrent à une place où l'on peut s'attendre à trouver cette partie du faisceau fibro-vasculaire (1).

---

(1) G. David, *Ueber die Milchzellen der Euphorbiaceen, Moreen, Apocyneen, Asclepiadeen*. Breslau, 1872.

Ce n'est pas ici la place de parler d'un cercle continu de fibres plus ou moins bien caractérisées qu'on trouve à une certaine distance du liber, au milieu de l'écorce primaire d'un assez grand nombre de plantes, et notamment des Cucurbitacées, Nyctaginées, Amarantacées. Ce sont là de véritables fibres libériennes qui procèdent de l'anneau cambial, comme l'a montré M. Sanio (2).

III. — Les différents éléments isolés ou réunis en tissus qu'on peut rencontrer dans l'écorce primaire sont :

Organites simples	toujours réunis en tissus.	*A*. Les cellules parenchymateuses.
		B. Les cellules du collenchyme.
	isolés, ou plus rarement réunis en tissus.	*C*. Les cellules cristalligènes.
		D. Les cellules laticifères.
		E. Les cellules scléreuses.
		F. Les cellules à tannin.
		G. Les fibres.

---

(1) Allusion aux fibres libériennes médullaires des Protéacées (voy. plus loin).

(2) *Bot. Zeit.*, 1865, p. 165 et suiv.

Les organes composés sont :

Organites composés	....	*H.* Les lacunes à gomme. *I.* Les glandes résinifères et oléifères.

A. Les cellules parenchymateuses : parenchyme de l'écorce primaire.

L'aspect, la structure et le rôle physiologique du parenchyme de l'écorce primaire varient avec sa durée et la composition plus ou moins compliquée de toute l'écorce primaire.

Une conception philosophique dont il n'est pas assez souven question en physiologie végétale, malgré le bonheur avec lequel elle a été appliquée à la physiologie animale, est la *division du travail*. Abstraction faite des sécrétions et des excrétions, qui ne sont presque jamais propres à l'écorce primaire, celle-ci a deux rôles à jouer : le rôle de feuille (assimilation, etc.) et le rôle d'un organe protecteur. Dans le cas le plus simple, l'écorce primaire est à la fois assimilatrice et protectrice dans toute son épaisseur ; ses cellules parenchymateuses, peu épaissies, plus ou moins lâchement unies, renferment de la chlorophylle, et la quantité de matière verte qu'on trouve dans chaque cellule paraît être en rapport avec la quantité de lumière qu'elle reçoit, et dépend par conséquent de la profondeur à laquelle elle est située.

Le développement de l'écorce primaire est très-variable, et varie de deux à quatre assises de cellules chez les *Euphrasia* et *Odontites*, où elle est la plus réduite, à la masse énorme des Cactées.

J'appelle *écorce primaire homogène* l'écorce primaire composée de cette seule espèce de tissu.

L'écorce primaire homogène est toujours parenchymateuse ; elle est herbacée, sauf dans les quelques cas où la plante ne renferme pas de chlorophylle.

L'écorce primaire homogène peut contenir des éléments quelconques *non réunis en tissus*, sans cesser pour cela de porter ce nom : cellules cristalligènes, cellules scléreuses, fibres, laticifères, que ces éléments soient également répartis ou cantonnés dans certaines régions de l'écorce primaire, pourvu qu'ils ne soient pas réunis en tissus continus.

Ainsi, par exemple, un grand nombre d'écorces primaires renferment une multitude de cellules scléreuses isolées, sans cesser pour cela d'être homogènes, tandis que l'écorce primaire de l'*Hiræa Houlletiana* (Malpighiacée) est hétérogène, parce qu'elle présente à l'extérieur, sous le liége, une couche continue de cellules scléreuses réunies en tissu.

Dans l'écorce primaire homogène, la configuration des cellules est rarement exactement la même dans toutes les parties : à l'extérieur, les cellules sont généralement cylindro-prismatiques, allongées verticalement, et laissent entre elles des méats, dont la direction générale est aussi verticale ; à l'intérieur, les cellules se rapprochent plus d'une forme isodiamétrique, et les méats sont plus grands et plus irréguliers.

Très-souvent les rangées extérieures de cellules s'épaississent un peu, surtout dans les angles ; on n'y trouve plus de méats intercellulaires ; la place qui correspond à ces méats est occupée par de la cellulose qui passe à l'état d'un mucilage qui ne se colore plus en bleu par le chloroiodure de zinc. Ce tissu est évidemment un passage au collenchyme ; il passe insensiblement au tissu herbacé sous-jacent, tandis que le collenchyme véritable est nettement délimité vers l'intérieur. Je désigne cette modification du tissu herbacé sous le nom de *tissu collenchymatoïde*. Je dirai, par exemple, que l'écorce primaire de l'Olivier est homogène, un peu collenchymatoïde en dehors. L'écorce primaire purement homogène n'est pas très-rare ; nous la trouvons dans un assez grand nombre de plantes herbacées annuelles, et, parmi les plantes ligneuses, dans un grand nombre d'espèces dont l'écorce primaire est, soit très-faible, soit très-développée, charnue, soit très-caduque (*Hakea*, *Banksia*, *Bischoffia*, *Malpighia*, *Galphimia*, *Heteropterys*, *Bunchosia*, *Citrus*, *Cheiranthus*, *Pterospermum*, plusieurs Primulacées, Théophrastées, etc.) ; elle est légèrement collenchymatoïde en dehors dans les Oléinées, dans *Jacquinia*, *Ilex*, *Daphne*, etc.

Quand l'écorce primaire est destinée à tomber de bonne heure, elle cesse bientôt de s'accroître ; ses cellules s'étendent, mais il n'y a guère de divisions nouvelles. Il en est tout autrement lorsqu'elle persiste longtemps ; les cellules primitivement isodiamétriques s'allongent tangentiellement, surtout dans la région interne, puis elles se divisent ensuite par des cloisons radiales ou plus rarement irrégulières (*Chirita chinensis*, Cyrtandracée; *Jacaranda micrantha*, Bignoniacée); je n'ai que rarement observé des divisions tangentielles de nature à augmenter le nombre d'assises de cellules de l'écorce primaire; quand l'écorce primaire s'accroît en épaisseur, c'est généralement par l'apposition de couches nouvelles provenant de la zone phellogène.

En même temps que les cellules de l'écorce primaire se divisent, leurs parois primitives s'épaississent, et se couvrent de ponctuations tantôt simples, arrondies ou allongées, tantôt de structure plus compliquée; les bandes épaissies, réticulées, divisent la face de la cellule en une multitude de petites places faibles, elles-mêmes criblées d'une infinité de petites ponctuations d'une finesse extrême, et qui ont souvent la forme d'un losange. La configuration de ces ponctuations dépend beaucoup des méats intercellulaires ; quand ceux-ci sont très-grands, les cellules ne se touchent que par de petites surfaces, et celles-ci sont naturellement seules couvertes de ces ponctuations.

Trop souvent ces ponctuations, qui sont extrêmement fréquentes dans l'écorce primaire, dans la moelle, dans le parenchyme ligneux, dans les fibres substitutives du bois, dans le parenchyme libérien et même dans l'épiderme (1), ont été prises pour des ponctuations grillagées, ou dotées improprement de ce nom, qui a depuis longtemps une signification parfaitement définie. M. Borscow les décrit sous le nom de *cellules parenchymateuses grillagées dans l'écorce primaire du* Ceropegia (2). Nous verrons plus loin les idées de M. Hanstein sur le parenchyme libérien.

Comme exemple de division dans l'écorce primaire, je puis citer encore une fois le *Leycesteria*, dont les cellules sont marquées en même temps de très-belles ponctuations composées-criblées. Un assez grand nombre de Rubiacées sont dans le même cas, et il est important de noter ici en même temps la place qu'occupe le périderme primaire : le *Sipanea carnea* a de très-belles ponctuations criblées; l'écorce primaire est entièrement vivace, et le périderme se développe dans l'épiderme. L'*Ixora coccinea* mérite une attention toute particulière : l'écorce primaire y est homogène, très-développée ; sa moitié externe est caduque ; et il se développe un périderme à larges cellules au milieu de l'écorce primaire; enfin d'énormes agglomérations de cristaux d'oxalate de chaux viennent se déposer en dehors du périderme, et tombent avec la lame corticale condamnée. Dans toute la moitié interne de l'écorce primaire, on voit alors s'établir une multitude de cloisons radiales, et la couche phellogène elle-même est obligée, pour suivre cette extension croissante, de diviser ses cellules par des cloisons radiales, circonstance qui donne à cette zone un aspect tout à fait insolite. Parmi nos arbres, le *Platane* présente de nombreuses divisions radiales dans l'écorce primaire et dans les rayons médullaires. On pourrait enfin citer un très-grand nombre de plantes, dont l'écorce primaire persiste.

---

(1) *Leycesteria.*

(2) *Jahrb. für wiss. Bot.*, VII.

Il suffit de mentionner enfin deux modes de structure de l'écorce primaire qui se rencontrent dans des plantes appartenant à des familles très-différentes : dans l'un, la *carnosité*, l'écorce primaire est simplement parenchymateuse, mais elle présente un développement excessif : par exemple, chez le *Kleinia*, les *Stapelia*, les Cactées, les *Euphorbia;* dans l'autre, qui appartient aux plantes aquatiques, l'écorce primaire est très-lacuneuse, et renferme souvent ces cellules scléreuses ramifiées, si connues dans les *Nymphæa*, *Villarsia nymphoides*, *Minyanthes trifoliata* (sans cellules scléreuses), *Gratiola officinalis* (avec une assise de cellules qui représente le collenchyme), *Stemodia chilensis*.

On comprend facilement que l'écorce primaire homogène, avec sa structure si simple, ne peut que très-imparfaitement remplir ses fonctions de protection. Dans le plus grand nombre de plantes, l'écorce primaire se divise en deux couches, dont l'une, destinée à la protection, porte à son état de développement parfait le nom de *collenchyme*, et dont l'autre, composée de parenchyme plus délicat, sert spécialement à l'assimilation.

B. Le collenchyme.

Le collenchyme est un tissu qui a pour caractère essentiel l'épaississement des arêtes longitudinales des cellules; sur la coupe transversale, on voit les parois latérales minces et des masses volumineuses dans les angles, à la place ordinaire des méats intercellulaires. Les épaississements du collenchyme *ne sont jamais lignifiés;* le chloroiodure de zinc ne les colore pas en jaune; l'aniline, additionnée d'un peu d'acide sulfurique, ne les teint pas (1); la partie interne (par rapport aux cellules) est formée de cellulose, et se colore en bleu par les réactifs ordinaires de cette matière (acide sulfurique et iode, chloroiodure de zinc); mais la coloration bleue s'affaiblit peu à peu vers la partie centrale, mitoyenne de l'épaississement. Cette modification de la cellulose ne saurait être regardée que comme une espèce de gummification ; elle est très-fréquente, et ne fait guère défaut toutes les fois qu'un tissu cellulaire s'épaissit sans se lignifier.

Il n'y a pas de limite nette entre le collenchyme et le tissu collenchymatoïde dont il a été question précédemment, et je crois très-commode, pour la description, de laisser un peu de vague dans la délimitation de ces expressions.

Sur la coupe longitudinale, on voit que les cellules sont beaucoup plus hautes que larges; leurs parois transversales sont minces, et on les prendrait volontiers pour des fibres libériennes, si l'on pouvait découvrir dans ce tissu les extrémités pointues des fibres.

Dans la Garance (*Rubia tinctorum*), on trouve à la place du collenchyme, immédiatement au-dessous de l'épiderme, un tissu très-nettement prosenchymateux ; les parois latérales sont uniformément épaissies, et portent de petites ponctuations en forme de boutonnières verticales ; quelques-unes de ces cellules contiennent de très-petits cristaux en forme de bâtonnets. Le même caractère se retrouve, quoique moins net et moins constant, dans le *Nonnea nigricans*, dont le collenchyme est séparé de l'épiderme par une faible couche herbacée.

---

(1) Burgerstein, *Unters. über d. Vorkommen und die Entstehung des Holzstoffes in den Geweben d. Pflanzen* (*Sitzungsb. der Kais. Akad. d. Wiss.*, 1874, t. LXX, p. 345).

Quant au collenchyme proprement dit, on peut le diviser en deux types : le *collenchyme concave*, moins développé, où la cavité interne des cellules reste sensiblement cylindrique, et où l'épaississement ne fait qu'occuper pour ainsi dire la place des méats intercellulaires, qu'on est habitué à trouver entre les cellules arrondies, et le *collenchyme convexe* des Solanées, des Malvacées, etc., où l'épaississement forme, vers l'intérieur de la cellule, une saillie arrondie semblable à une colonne engagée.

Sauf ces quelques formes qui ne sont que des états de développement différents du même tissu, on observe peu de variation dans le collenchyme. Quelquefois, dans le collenchyme concave, toutes les parois ne sont pas également épaissies, et les parois tangentielles l'emportent de beaucoup sur les parois radiales : par exemple, dans *Tournefortia heliotropioides*. Dans le *Volkameria inermis*, on voit se former à l'intérieur de certaines cellules collenchymateuses un épaississement secondaire qui finit par remplir presque complétement la cavité cellulaire, et donne à ces cellules la fausse apparence de fibres libériennes.

Les méats intercellulaires sont rares dans le collenchyme, mais on en trouve quelquefois dans les Solanées, surtout dans les *Scopolia*, dans les Composées (*Eupatorium adenophorum*).

Souvent les cellules du collenchyme renferment des liquides colorés rouges ou violets (*Eupatorium adenophorum*, *Ligeria caulescens*). Souvent elles renferment des cristaux d'oxalate de chaux, et dans les Acanthacées, les cystolithes bien connus, en forme de fuseaux allongés, imprégnés de carbonate de chaux (*Ruellia*).

Le collenchyme est rarement continu ; le plus souvent il est interrompu de distance en distance, et les interstices sont occupés par du parenchyme. Dans la plupart des plantes herbacées, dont la tige est anguleuse ou cannelée (Labiées, Ombellifères), les côtes sont soutenues par des faisceaux isolés de collenchyme.

La place ordinaire du collenchyme est immédiatement au-dessous de l'épiderme ; mais il y a des plantes où il est séparé de l'épiderme par une couche de tissu herbacé : par exemple, dans les Malvacées, dans quelques Acanthacées (*Ruellia varians*), dans quelques Asclépiadées où le collenchyme est assez faible (*Asclepias Cornuti*).

Rien n'est plus variable que l'épaisseur de cette couche : depuis les plus beaux exemples fournis par les Malvacées jusqu'à celui d'*une seule membrane mitoyenne collenchymateuse concave*, on trouve tous les états intermédiaires. Cet état très-dégradé du collenchyme se montre très-nettement dans plusieurs Valérianées (*Valerianella pteropoda*, *Fedia*, *Valeriana sambucifolia*), et Dipsacées (1) (*Scabiosa Knautia*), dans quelques Rubiacées (*Spermacoce tenuior*, *Asperula*), dans les *Nierembergia frutescens* (Solanée), *Nemophila phacelioides*, *Linaria purpurea*, *Plantago afra*, *Verbena bonariensis*, *Turritis glabra*, *Sisymbrium Sophia*.

Les plantes dont le collenchyme est le plus développé sont les Malvacées, qui présentent un collenchyme convexe ou concave, les Solanées, beaucoup de Composées, Gesnériacées, Labiées, Acanthacées, etc.

Le collenchyme concave est très-fréquent ; on le trouve dans la jeune écorce de presque tous nos arbres : Chêne, Bouleau. Au point de vue physiologique, le collenchyme parfaitement développé ne doit pas renfermer de chlorophylle. C'est en effet ce qui arrive souvent ; mais bien des fois aussi les cellules sont bourrées de cette matière verte : la transparence parfaite de ce tissu permet à la chlorophylle de se développer librement dans le parenchyme situé au-dessous.

---

(1) Ce qui prouve que cet épaississement doit être considéré comme du collenchyme, c'est qu'il est en continuité directe avec le collenchyme parfaitement développé qu'on trouve dans les côtes de la tige, et qu'il manque dans les plantes de la même famille lorsque le collenchyme manque dans les angles de la tige, comme on peut s'en convaincre dans le *Plectritis brachystemon*.

C'est ici qu'il convient de dire quelques mots de la disposition ou de l'arrangement de ces deux formes de tissu avec leurs modifications.

Il serait téméraire de vouloir établir une classification rigoureuse dans les formes d'écorces primaires, avant d'en avoir étudié un nombre bien plus considérable que je n'ai pu le faire jusqu'ici (environ cinq cents genres) ; aussi je ne veux qu'énumérer ici quelques-unes des formes les plus remarquables :

1° Il a été question plus haut de l'écorce primaire homogène, ainsi que

2° De l'écorce primaire composée d'un tissu collenchymatoïde ou d'un collenchyme en dehors et de parenchyme en dedans.

3° La différenciation du parenchyme lui-même en deux couches : une extérieure très-verte et une intérieure à cellules plus larges, contenant peu ou point de chlorophylle, permet d'établir un troisième type, dont les exemples ne sont pas rares (*Petunia*).

4° Le collenchyme peut venir se surajouter extérieurement aux deux couches parenchymateuses, de sorte que nous avons :

a. Collenchyme.

b. Tissu herbacé vert à petites cellules.

c. Tissu décoloré à grandes cellules, très-beau dans le *Capsicum bicolor*.

5° L'exception dont il a été question déjà, et qui appartient en particulier à un grand nombre de Malvoïdées, et exceptionnellement ailleurs : par exemple, *Sarracha*, *Lycopersicum esculentum*, *Anisodus luridus*, *Datura Stramonium*, *Vestia lycioides*.

a. Tissu parenchymateux vert.

b. Collenchyme.

c. Tissu parenchymateux à grandes cellules pâles.

6° La complication peut aller plus loin, comme on le voit dans les Morées (*Broussonetia*), où l'on trouve :

a. Tissu collenchymatoïde presque incolore.

b. Tissu de petites cellules chargées de chlorophylle, *c.* Collenchyme très-développé presque incolore.

d. Parenchyme lâche à grandes cellules presque incolores.

7° Enfin il faut mentionner une série de formes qui rapprochent la structure de l'écorce primaire de celle de la feuille, en ce qu'il y a un tissu vert très-méatique, qui rappelle soit le parenchyme en palissades de la face supérieure, soit le parenchyme spongieux de la face inférieure des feuilles.

Ces structures compliquées se rencontrent surtout dans les écorces primaires vivaces. Je ne puis mieux faire que d'en exposer un certain nombre d'exemples.

a. Dans le *Jasminum fruticans*, l'épiderme, recouvert d'une forte cuticule, est percé d'un grand nombre de stomates qui font une légère saillie à la surface ; au-dessous de l'épiderme, il y a une assise de cellules contenant très-peu de chlorophylle, presque incolores, interrompue au-dessous des stomates : cette assise représente le collenchyme. Dans les côtes dont la tige est relevée, elle s'hypertrophie, prend tous les caractères d'un véritable collenchyme, et s'enrichit d'un certain nombre de fibres semblables aux fibres libériennes. Au-dessous de cette couche, il y a un tissu exactement semblable au parenchyme en palissades de la face supérieure des feuilles, très-serré, gorgé de chlorophylle ; dans les chambres sous-stomatiques, les cellules se détachent les unes des autres, et s'avancent librement, comme des poils, dans la cavité aérienne. Ce tissu compte trois à cinq assises de cellules. Dans la partie interne de l'écorce primaire, celles-ci prennent peu à peu une forme plus arrondie, et s'allongent ensuite dans la direction tangentielle, en laissant des méats entre elles, mais en perdant une grande partie de leur chlorophylle.

b. Il existe une disposition à peu près semblable dans le *Leycesteria formosa*, mais ici la couche en palissades est moins nette ; les files de cellules sont plus lâchement unies, et l'ordre primitif se trouble de plus en plus par l'accroissement tangentiel de cette écorce primaire vivace.

c. Parmi les Asclépiadées, l'*Arauja sericofera* nous fournit un autre exemple de cette nature : au-dessous de l'épiderme, on trouve deux assises de cellules complétement incolores, presque tabulaires à un âge un peu avancé ; puis deux assises de cellules placées bout à bout perpendiculairement à la surface, et laissant entre elles de vastes méats ; enfin une couche plus ou moins forte de parenchyme composé de cellules un peu allongées verticalement, et renfermant de l'amidon.

d. Dans le *Carissa Arduini*, l'écorce primaire est de longue durée : le périderme se développe dans l'épiderme. La couche extérieure de l'écorce primaire consiste en petites cellules sensiblement isodiamétriques, gorgées de chlorophylle, et disposées assez nettement comme le tissu en palissades d'un grand nombre de feuilles. Le reste consiste en cellules beaucoup plus grandes, allongées tangentiellement, et susceptibles de se diviser par des cloisons radiales. C'est vers le milieu de l'écorce primaire que se trouvent la plupart des laticifères.

e. Dans le *Nierembergia frutescens*, on trouve au-dessous de la membrane mitoyenne collenchymateuse, située entre l'épiderme et l'assise sous-jacente, une couche spongieuse méatique parfaitement caractérisée.

Appendices aux tissus de l'écorce primaire.

1. *La gaîne protectrice du faisceau fibro-vasculaire* (*gaîne Caspariene*, *Gefässbuendelscheide*, *Schultzscheide*). — On désigne sous ces noms une couche de tissu composée le plus souvent d'une seule assise de cellules, qui appartient au parenchyme fondamental, et qui entoure étroitement les faisceaux fibro-vasculaires ; les parois longitudinales, radiales et transversales sont marquées dans le jeune âge d'une série de plissements réguliers ; quelquefois elles s'épaississent et se lignifient, et la couche mérite alors pleinement le nom de *gaîne protectrice* que M. Caspary lui a donné.

D'après cet auteur (1), Schultz-Schultzenstein est le premier qui ait mentionné la gaîne protectrice (2) ; il la considérait comme composée de fibres libériennes, ce que n'admet point M. Caspary, qui la regarde comme essentiellement formée par du parenchyme, et la distingue parfaitement de la zone fibreuse qu'on trouve dans la jeune tige des Sapindacées (*Urvillea ferruginea*), des Chénopodées (*Basella rubra*), des Cucurbitacées, Papavéracées, Berbéridées, Balsaminées, etc.

---

(1) Caspary, *Die Hydrillen* (*Jahrb. für wiss. Bot.*, 1858).

(2) *Cyclose*, 1841, p. 246.

Dans un travail plus récent (1), le même auteur confirme ces résultats, et indique, comme signe caractéristique, les plissements particuliers des parois longitudinales latérales.

M. Sanio (2) s'applique avec beaucoup de soin à séparer la vraie gaîne protectrice de la couche de prosenchyme de nature libérienne dont avait déjà parlé M. Caspary.

La gaîne protectrice est surtout développée dans les Cryptogames vasculaires et dans les Monocotylédonées; dans ces plantes, elle s'épaissit et se lignifie souvent. Dans les Dicotylédonées, son importance est beaucoup moindre : elle s'épaissit rarement; le plus souvent, elle n'est plus visible sur la plante adulte, et ces plissements si caractéristiques des parois longitudinales et transversales s'effacent même de très-bonne heure.

Ainsi restreinte, la gaîne protectrice se trouve surtout dans les plantes herbacées de plusieurs familles, telles que les Campanulacées, Lobéliacées, Valérianées, Dipsacées, quelques Rubiacées, Gentianées, Gesnériacées, Scrofularinées, Acanthacées, Plantaginées, Labiées, Éricacées, etc., etc.

Elle se distingue par le diamètre de ses cellules et par l'aspect particulier des parois cellulaires; les plissements disparaissent bientôt; très-rarement les parois cellulaires s'épaississent et se lignifient.

Dans une Valérianée, le *Plectritis brachystemon* par exemple, on trouve, correspondant aux arêtes de la tige, de gros faisceaux de fibres libériennes; entre ces faisceaux, la gaîne est composée de grandes cellules, environ trois fois plus hautes que larges, terminées par des cloisons horizontales, et assez épaissies et lignifiées.

---

(1) R. Caspary, *Bemerkungen über die Schutzscheide*, etc. (*Jahrb. für wiss. Bot.*, 1865, p. 101).

(2) Sanio, *Einige Bemerkungen in Betreff meiner über Gefässbündelbildung geäusserten Ansichten* (*Bot. Zeit.*, 1865, p. 165).

Généralement la gaîne des Dicotylédonées ne consiste qu'en une seule rangée de cellules; elle est un peu plus compliquée (une à deux rangées) chez le *Valerianella sambucifolia*, et quelques Composées, etc.

Vers la fin de la période de végétation, les parois cellulaires de la gaîne se subérifient souvent, soit en totalité (Valérianées, Campanulacées), soit sur les parois latérales supérieures et inférieures seulement, ou même sur une bande étroite de ces parois correspondant aux plissements (*Linaria purpurea*, *Scoparia*, *Stachys*, *Leonitis Leonurus*, *Phlomis dulcis*), et quelques autres Labiées (*Plantago amplexicaulis*, *Lœflingii*, *Tidæa gigantea*). Je ne crois pas devoir considérer ce phénomène comme une lignification, à cause de la ténuité des parois cellulaires et de l'interruption de la circulation entre le liber et l'écorce primaire (1).

La seule indication très-indirecte de la subérification de la gaîne que j'aie pu trouver appartient à M. Van Tieghem (*Canaux sécréteurs des plantes*, dans *Ann. des sc. nat.*, 1re série, 1872, t. XVI, p. 112) :

« Par les progrès de l'âge, leur paroi, qui demeure mince, » acquiert souvent des reflets irisés analogues à ceux qui caractérisent les assises subéreuses..... » (Il s'agit du *Tagetes patula*). Je considère ce mot, prononcé par M. Van Tieghem, comme un appui solide à mon opinion.

Cette subérification paraît être assez généralement répandue, et la gaîne protectrice ressemble beaucoup par ses effets à la zone de périderme que nous voyons s'établir à la base de l'écorce primaire d'un très-grand nombre de plantes.

Je ne saurais décider avec certitude si l'altération chimique des parois cellulaires de la gaîne protectrice est une véritable subérification ou non; car le nouveau réactif de M. Wiesner, le sulfate d'aniline colore non-seulement les parties lignifiées, mais aussi des tissus qui sont certainement d'une autre nature, comme des cellules mortes par exemple. Il colore généralemen la gaîne, et teint également le liége ordinaire au commencement de la réaction, ensuite il l'altère profondément (1).

---

(1) Voyez *Note préliminaire sur le rôle de la gaîne protectrice dans les Dicotylédonées herbacées* (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 418).

Il est certain que cette zone elle-même si faible ne peut constituer un organe de protection efficace ; l'altération de ces cellules entraîne une rupture dans la communication physiologique entre le liber et l'écorce primaire, et enfin la mort de celle-ci. L'écorce primaire, organe d'assimilation, a fini de jouer son rôle ; en effet, si elle continuait à végéter dans l'arrière-saison, elle ne serait qu'une charge pour la plante : le phénomène qu'elle nous offre est donc parfaitement comparable à celui de la chute des feuilles.

2. Il n'y a que peu de chose à dire sur les *cellules cristalligènes réunies en tissus*.

Un bel exemple de cette nature nous est offert par l'*Ochna mozambicensis* : au-dessous de l'épiderme, on voit une assise de cellules contenant un peu de chlorophylle ; puis vient une assise de cellules cristalligènes renfermant chacune une agglomération de cristaux d'oxalate de chaux ; tout le reste de la cavité est rempli par de la cellulose qui empâte complétement le cristal.

A un âge avancé, une multitude de plantes déposent des cristaux d'oxalate de chaux dans presque toutes les cellules d'une zone de l'écorce primaire ; mais ces cellules ne sont pas primitivement destinées à ne produire que de l'oxalate de chaux ; elles sont empruntées pour cette nouvelle fonction, après avoir accompli des rôles tout différents.

3. Les mêmes observations s'appliquent aux *cellules scléreuses réunies en tissus*. J'ai déjà cité plus haut l'*Hiræa Houlle-*

---

(1) Mais j'ignore si j'emploie ce réactif, du reste excellent, comme le fait M. Wiesner. J'ajoute une petite goutte d'aniline pure à l'eau de la préparation, et j'opère grossièrement le mélange ; ensuite j'y fais couler une quantité suffisante d'acide sulfurique pour qu'il ne reste pas de liquide huileux. S'il y a précipité, un peu d'eau l'enlève facilement.

tiana ; quand le suber est bien développé, une zone plus ou moins forte de l'écorce primaire située au-dessous se sclérifie.

C. Les cellules cristalligènes.

Les cristaux qu'on rencontre dans l'écorce primaire (et dans le liber) des Dicotylédonées sont toujours de l'*oxalate de chaux*, sauf les masses cellulosiques incrustées de carbonate de chaux connues sous le nom de *cystolithes*, et qu'on observe dans les Urticacées et dans les Acanthacées.

Après les nombreux travaux sur les cristaux des végétaux, et après ma propre note (1) sur le même sujet, et que j'ai fait suivre d'un aperçu historique, il est inutile de revenir sur les découvertes successives qui sont venues enrichir l'anatomie comparée de ces petits organes.

Les quelques notions générales que je vais exposer relativement aux cellules cristalligènes de l'écorce primaire s'appliquent également à celles de la moelle et à celles du liber ; il me sera permis de m'appuyer sur des faits tirés de l'anatomie de l'une et de l'autre de ces parties de la plante.

Les cristaux d'oxalate de chaux sont extrêmement répandus dans les végétaux. Dans ceux où l'oxalate de chaux manque à l'état solide, il y a lieu de le chercher à l'état de dissolution dans une matière quelconque, et probablement dans l'albumine. N'a-t-on pas observé que le *Mercurialis annua*, qui ne renferme pas de cristaux d'oxalate de chaux à l'état normal, en présente des quantités notables dans le parenchyme hypertrophié qui entoure les cellules attaquées par le *Synchytrium Mercurialis?*

En présence d'un phénomène aussi répandu, s'il n'est pas général, il faut croire que l'oxalate de chaux est le produit inutile d'une réaction extrêmement importante dont la nature et le but nous échappent complétement jusqu'à ce jour.

Quelques auteurs, et notamment M. A. Emmerling (2), pensent que les sels calcaires jouent un rôle important dans la formation des matières albuminoïdes. L'auteur que je viens de citer part, dans sa théorie, de l'azotate de chaux : la chaux serait précipitée par un oxalate soluble ou par l'acide oxalique libre, et l'acide azotique subirait des décompositions pour devenir le point de départ des matières albuminoïdes. Mais tout ceci n'est que supposition.

---

(1) *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. XIX, p. 300.

(2) *Beiträge zur Kenntniss der chemischen Vorgänge in der Pflanze*, *A. Emmerling. Landw. Vers.-Stat.*, 1874, t. XVII, p. 161.

L'oxalate de chaux est un produit *inutile*, une excrétion ; il reste là où il a été déposé ; jamais il ne se redissout, et les cellules qui en contiennent une quantité, même relativement faible, sont perdues pour toute autre fonction ; elles deviennent exclusivement sécrétrices d'oxalate de chaux, et finissent par mourir. Dans un certain nombre de cas, cependant, cette division du travail ne s'établit pas, et la même cellule renferme de la chlorophylle, de l'amidon et de l'oxalate de chaux, mais ce dernier en petite quantité. On sait qu'il existe des cristaux aciculaires ou en forme de croix très-ténues dans les Spirogyres et dans quelques Mucorinées (1) ; dans les Phanérogames, les cristaux si connus sous le nom d'enveloppes de lettres, se forment souvent dans des cellules qui ne sont pas spécialement cristalligènes.

S'il est bien établi dans notre esprit que l'oxalate de chaux est un produit inutile, nous ne serons pas étonnés de le voir tomber avec les feuilles mortes, avec les plaques rhytidomatiques ; de voir les cellules cristalligènes, ainsi que les cellules scléreuses et les fibres libériennes le sont quelquefois, éliminées de l'économie végétale par une production subéreuse locale, comme le serait un corps étranger. Tous ces faits, sauf le dernier, qui ne paraît être qu'accidentel, et que je n'ai pas vu se produire régulièrement dans une espèce déterminée, sont généraux, et il est inutile d'en citer des exemples. Tout le monde sait que les feuilles mortes sont extrêmement riches en cendres, et ces cendres proviennent précisément de l'oxalate de chaux accumulé dans ces organes.

---

(1) Van Tieghem, *Ann. des sc. nat.*, 6^e série, t. I.

Toutes les parties de la tige peuvent renfermer de l'oxalate de chaux, la moelle, le bois, le liber, l'écorce primaire ; mais c'est de préférence dans le parenchyme fondamental (moelle, rayons médullaires, écorce primaire) qu'on le trouve. Il est très-fréquent dans le liber, où il occupe des cellules particulières morphologiquement distinctes des autres ; il est plus rare dans le parenchyme ligneux (*Clusia*).

Une loi générale se dégage d'un très-grand nombre d'observations ; la voici :

« *L'oxalate de chaux se dépose avec une sorte de prédilection dans les cellules ou dans les membranes cellulaires qui, par leur position ou par certaines altérations chimiques, ont perdu de leur utilité pour la vie générale de la plante.* »

Je cite quelques-unes des observations les plus démonstratives : dans le liber de l'If on trouve de très-petits cristaux dans la membrane mitoyenne (matière intercellulaire) située entre deux fibres à peine épaissies (1).

Les cellules scléreuses ramifiées du tissu fondamental du *Welwitschia mirabilis* sont couvertes de petits cristaux clinorhombiques diversement modifiés d'oxalate de chaux ; la cuticule de la même plante renferme une multitude de très-petits cristaux. Ni la cuticule, ni les fibres libériennes, ni les cellules scléreuses, ne servent beaucoup à la transmission des matériaux élaborés. Dans les Dicotylédonées, les faits de ce genre sont très-rares, mais il en existe pourtant : dans la moelle du *Kadsura japonica* (Schizandrée) (pl. 9, fig. 5 A et B), il y a un certain nombre de cellules scléreuses allongées verticalement en forme de fibres très-épaissies ; leur surface est couverte de cristaux d'oxalate de chaux, qui sont enfoncés dans la pâte cellulosique. Les faces accolées de deux de ces cellules ne présentent jamais de cristaux ; ce sont évidemment les cellules parenchymateuses voisines qui sécrètent l'oxalate de chaux et le déposent sur ces cellules épaissies qui ne servent pas à la circulation des matières élaborées.

---

(1) Comte Solms-Laubach, *Bot. Zeit.*, 1871, pl. VI. — C. Eg. Bertrand, *Ann. des sc. nat.*, t. XX, pl. 5, fig. 4.

Très-souvent l'oxalate de chaux se dépose dans des cellules qui doivent se sclérifier plus tard ; le cristal fait alors corps avec la masse cellulosique compacte (Bouleau, *Ochna mozambicensis*).

Plus souvent encore les utricules voisines de cellules très-épaissies se chargent de cristaux : ce phénomène se rencontre dans l'écorce primaire, au voisinage des sclérites, dans le liber, le long des fibres libériennes (Chêne).

Je viens de citer le seul exemple que j'aie trouvé de cristaux dans la membrane cellulaire d'une plante dicotylédonée, le *Kadsura*.

Dans l'immense majorité des cas, les cristaux se trouvent franchement dans la cavité cellulaire. Quand on dissout le cristal en ajoutant de l'acide chlorhydrique à la préparation, il reste généralement une très-mince pellicule cellulosienne qui enveloppait étroitement le cristal et en reproduit la forme. Dans bien des cas, tout le reste de la cellule est rempli par une matière de nature cellulosique : tel est le cas d'un grand nombre de cellules à raphides, par exemple (Vigne), matière souvent gonflable et qui détermine l'évacuation des raphides quand on ajoute de l'eau à la préparation, ainsi que l'a montré Turpin.

Dans ces derniers temps, diverses opinions ont été émises au sujet de la formation de cette même pellicule cellulosienne ; mais cette question mérite une nouvelle étude. Les uns pensent en effet que le cristal se dépose primitivement dans l'épaisseur de la paroi cellulaire, et refoule, en grossissant, la partie interne de cette membrane vers l'intérieur de la cellule, en restant lié à la paroi par un pédicule qui s'amincit de plus en plus et finit par se rompre ; d'autres croient au contraire que la cellulose se dépose sur le cristal libre dès le premier abord. Ce sont précisément les mêmes idées qui se sont fait jour dans l'explication de la gaîne cellulosienne qui entoure les hypha de quelques Champignons à l'intérieur des cellules de la plante nourricière.

Si quelques faits exceptionnels paraissent appuyer la première de ces opinions, ce sont les cristaux liés à la paroi cellulaire par des prolongements cellulosiens.

Tout récemment encore M. Stoll (1) a décrit un fait semblable dans les *Hibiscus*. M. Rosanoff l'avait déjà signalé dans *Kerria japonica* (2), chez lequel la moelle renferme des agglomérations de cristaux maintenues en place par une forte colonne cellulosienne verticale ; les colonnes des cellules superposées se juxtaposent elles-mêmes bout à bout. Remarquons que le cristal est attaché à la paroi, non pas par un pédicule, mais par deux, circonstance défavorable à la première des opinions susdites. J'ai eu le bonheur d'observer la même disposition à un degré beaucoup plus avancé. Dans la moelle de *Kigellaria africana* (Bixinée), on trouve (pl. 9, fig. 6) un grand nombre d'agglomérations cristallines ; plus on se rapproche de l'axe de la tige, moins les cristaux sont volumineux, relativement aux dimensions des cellules. Il arrive souvent que le cristal est maintenu en un point quelconque de la cellule par deux à six pédicules et davantage ; le plus souvent ces pédicules sont plus gros du côté du cristal ; ils s'amincissent graduellement jusqu'à la paroi cellulaire, et s'y terminent par un petit bouton qui n'adhère que très-peu à la paroi et s'en détache très-facilement. Plus rarement on voit des pédicules de tout point semblables partir de la paroi cellulaire et se terminer par un bouton du côté du cristal. Parfois le cristal reste accolé à la paroi cellulaire, et au lieu de pédicules traversant librement la cavité cellulaire, on trouve des brides à moitié engagées comparables à ces brides qui retiennent les valvules du cœur. Tous ces faits, on le voit, sont loin de parler pour la formation du cristal dans la paroi cellulaire ; mais ils ne suffisent pas non plus pour démontrer la théorie contraire. Je dois avertir les observateurs qui voudraient voir eux-mêmes ces élégantes masses cristallines, qu'on est obligé souvent d'examiner plusieurs préparations avant d'y réussir ; ces petits pédicules sont du reste très-fins, et il faut s'armer, pour les voir, d'un grossissement d'au moins 300 diamètres.

---

(1) D. Rud. Stoll, *Ueber die Bildung des Kallus bei Stecklingen* (*Bot. Zeit.*, 1874, pl. 12, fig. 9).

(2) S. Rosanoff, *Bot. Zeit.*, 1865, p. 329.

Les cristaux se forment souvent autour d'un noyau étranger, qui reste visible au centre du cristal, comme on peut le voir avec une netteté remarquable dans l'écorce primaire de l'*Abelia rupestris* et du *Ptelea trifoliata*.

Cristaux dans des cellules non spécialement cristalligènes. — 1° Un des plus beaux faits de ce genre se rencontre dans la partie interne de l'écorce primaire du *Fagræa littoralis* (Loganiacée); beaucoup de cellules parenchymateuses, qui renferment encore le nucléus avec un nucléole brillant et un nombre plus ou moins considérable de grains de chlorophylle, se chargent en même temps d'une multitude de petites aiguilles cristallines tantôt dispersées sans ordre dans la cavité cellulaire, tantôt obscurément réunies en paquet, tantôt rayonnant autour d'un centre.

2° Dans les Gesnériacées, les Bignoniacées et quelques autres familles voisines, on trouve fréquemment les cristaux particuliers de ces plantes accompagnés de chlorophylle.

3° Dans le *Scoparia dulcis*, le *Buddleia globosa*, etc., presque toutes les cellules de l'écorce primaire contiennent, à côté de leur chlorophylle, des cristaux prismatiques allongés diversement modifiés.

4° L'*Hyoscyamus albus*, qui fait exception sous ce rapport parmi les Solanées, présente, dans l'écorce primaire et dans la moelle, au milieu de cellules qui ne sont pas spécialement cristalligènes, de petits cristaux octaédriques ou modifiés d'une manière régulière.

En somme, c'est là une imperfection rare chez les Dicotylédonées; car ordinairement les cristaux se forment dans des cellules particulières.

Cristaux dans des cellules spécialement cristalligènes. — Les cellules de l'écorce primaire qui renferment des cristaux peuvent conserver la même forme que toutes les cellules qui les environnent; mais il arrive souvent, surtout quand ces cristaux sont aciculaires, que les cellules s'allongent dans un sens déterminé, ordinairement verticalement, ou, quand elles renferment d'autres masses cristallines très-volumineuses, qu'elles augmentent simplement de volume tout en restant semblables à elles-mêmes.

Il ne me reste plus qu'à étudier la forme des cristaux, et à montrer la relation qui existe entre cette forme et les affinités naturelles ; en d'autres termes, à faire voir qu'il y a une certaine constance de formes cristallines entre les plantes d'une même famille ou d'une même classe. Celle de l'oxalate de chaux est peut-être un des caractères anatomiques les plus constants. Je n'ai pas la prétention de donner un aperçu complet des différentes formes cristallines qu'on trouve dans les principaux groupes de végétaux dicotylédonés ; mais je vais en prendre quelques-uns et citer un exemple destiné à montrer la constance de ces formes dans un groupe naturel de plantes.

Peu importe dans quel ordre je les étudierai :

1. Cristaux pulvérulents.
2. Raphides.
3. Agglomérations.
4. Cristaux clinorhombiques simples à faces planes.
5. Cristaux clinorhombiques à faces creuses.
6. Cristaux maclés de diverses manières.
7. Formes variées indéterminées.

Quand une forme cristalline est très-constante dans un groupe naturel, et surtout quand elle ne se présente que très-rarement ailleurs, il n'y a aucun inconvénient à lui donner le nom de ce groupe ; de cette manière, on arrive, avec un peu de mémoire, à se représenter immédiatement la forme dont il s'agit.

1° *Cristaux pulvérulents.* — On a souvent parlé, et tout récemment encore, d'oxalate de chaux amorphe dans les plantes, et notamment dans les *Sambucus*. Mais n'est-il pas plus probable que cette poussière soit formée par de petits fragments cristallins irréguliers ?

C'est dans la classe des Solanées que l'oxalate de chaux se présente le plus nettement à l'état pulvérulent. Cependant, au moyen de forts grossissements, on voit que cette poussière n'est pas amorphe, mais que les grains ont généralement une forme triangulaire (tétraédrique) plus ou moins régulière, qui s'accorde très-mal avec ce qu'on sait sur la cristallisation de ce sel, et qu'on ne peut malheureusement pas songer à déterminer rigoureusement.

On trouve cette poussière cristalline dans l'écorce primaire, dans la moelle et dans le liber. J'aurai à montrer plus tard que les cellules libériennes destinées à sécréter de l'oxalate de chaux ont une tendance à se diviser en autant de compartiments qu'il y a de cristaux. Il est évident que quand il s'agit d'une poussière, cette division ne peut s'opérer, et que c'est ainsi que les cellules cristalligènes libériennes ont conservé leur forme prosenchymateuse primitive.

Les Cestrinées partagent avec les Solanées ce caractère cristallin. D'un autre côté, il y a quelques exceptions remarquables parmi les Solanées : j'ai déjà cité la Jusquiame ; les genres *Fabiana* et *Nierembergia* sont probablement dépourvus de cristaux. Dans le *Nicandra physalodes* il n'y a pas de poussière cristalline, mais de gros cristaux simples dans le liber mou, etc.

On observe de petits cristaux tétraédriques (?) d'une netteté remarquable dans *Vestia lycioides* (écorce primaire et liber), *Lycium barbarum* (liber), *Sarracha* (écorce primaire), *Lycopersicum esculentum* (liber), *Capsicum*, *Solandra hirsuta*, *Brugmansia candida*, *Anisodus luridus*, *Atropa Belladona*, *Solanum*, *Scopolia*, etc.

2° *Raphides*. — De Candolle a donné le nom de raphides à des cristaux en forme d'aiguilles réunis parallèlement en un paquet unique. Il importe, pour la description, de ne pas donner ce nom à tous les cristaux aciculaires ; nous verrons bientôt que les familles des Gesnériacées, Bignoniacées, Acanthacées (Thunbergiées), etc., et même des Scrofularinées, des Campanulacées et des Composées, possèdent des cristaux tabulaires particuliers qui s'amincissent souvent jusqu'à la forme aciculaire (Bignoniacées, *Collandra aurea*, *nitens*, *Columnea*, etc.).

Comme on l'a observé depuis longtemps pour l'*Agave americana*, le suc de ces plantes produit sur la peau une espèce d'urtication plus ou moins persistante, due aux piqûres produites par ces cristaux.

Les vrais raphides ne sont pas très-fréquents chez les Dicotylédonées ; cependant on en trouve de très-beaux dans les grands rayons médullaires de la Vigne (*Vitis vinifera*) ; mais ils deviennent presque caractéristiques pour une grande partie de la famille des Rubiacées. On les rencontre dans l'écorce primaire et le liber. Dans beaucoup de cas, les cellules à raphides prennent un développement énorme relativement à celui des cellules voisines : par exemple dans le liber mou du *Bouvardia Jacquini*, où elles dépassent souvent trois à quatre fois le diamètre des cellules parenchymateuses libériennes.

On trouve des raphides dans les genres suivants : *Rubia*, *Asperula*, *Crucianella*, *Phyllis*, *Sipanea*, *Bouvardia*, *Putoria*, *Hamelia*, *Psychotria*, *Diodia*, etc.

Les genres *Coprosma*, *Gardenia*, *Rondeletia*, *Pavetta*, *Ixora*, possèdent d'autres formes cristallines ; enfin il y a des Rubiacées dans lesquelles je n'ai pas trouvé de cristaux.

3° *Agglomérations de cristaux.* — La forme agglomérée est, sans contredit, la plus fréquente, et en même temps la moins caractéristique des formes cristallines. On l'observe très-fréquemment mêlée à des cristaux simples clinorhombiques ou concurremment avec ces derniers dans la même plante, mais dans une autre partie de la plante ; il ne faut donc pas être étonné de rencontrer dans la même famille, tantôt des agglomérations, tantôt des cristaux simples. Cependant les agglomérations sont assez constantes dans la famille des Caprifoliacées, sauf dans les *Sambucus*, qui diffèrent, du reste, des autres Caprifoliacées par plusieurs caractères anatomiques qui semblent les rapprocher davantage des Araliacées.

4° *Cristaux clinorhombiques simples à faces planes.* — Les mêmes observations s'appliquent aux cristaux clinorhombiques plans ou diversement modifiés. Ils sont très-beaux dans la Vigne, dans les Mûriers, le Bouleau, le Chêne, le Platane, l'écorce primaire des Aurantiacées, *Melianthus major* (énormes), et dans le *Pittosporum Mayii.*

5° *Cristaux clinorhombiques simples à faces creuses.* — Ces cristaux, qui ne sont pas très-rares dans un certain nombre de plantes, deviennent très-caractéristiques pour les Clusiacées ainsi que pour les Hypéricinées (*Ancistrolobus*), et rattachent ces familles aux Ternstrœmiacées, où on les trouve cependant déjà mêlés avec des agglomérations ou des macles (*Visnea*), ou même déjà remplacés d'une manière complète (raphides) dans le liber de *Sarauja macrophylla.*

6° *Cristaux maclés de diverses manières.* — *a.* Dans quelques Apocynées et Asclépiadées on trouve, dans le liber, des cristaux d'une forme bien étonnante, un peu variable il est vrai, mais souvent d'une régularité parfaite. Dans le Laurier-rose (*Nerium Oleander*), où ils sont les mieux conformés, ils paraissent être composés d'un double tronc de pyramide central et de deux autres troncs de pyramide accolés aux troncatures du précédent par leurs propres troncatures. Ces cristaux ne sont pas purs, mais ordinairement mélangés à des formes plus irrégulières, quoique de même nature, et à des cristaux clinorhombiques simples. Dans les autres Apocynées, ils sont bien moins développés (*Allamanda verticillata*, *Cerbera Manghas*) ; très-maclés, ou tout à fait remplacés par des cristaux simples (*Tabernæmontana*), ou agglomérés (*Beaumontia*). Parmi les Asclépiadées, le *Periploca græca* reproduit cette forme mieux qu'aucune Apocynée ; mais dans la plupart des Asclépiadées elle est également remplacée par d'autres formes cristallines.

b. Il existe un grand nombre de formes cristallines maclées, qui sont plus ou moins bien cantonnées dans le liber mou. Les plus singulières sont, par exemple, celles de l'Orme, de quelques

Éricacées, celles de quelques Euphorbiacées (*Bischoffia*), d'*Amyris maritima*. Mais comme il serait difficile de décrire toutes ces formes sans de nombreuses figures, je me borne à quelques exemples.

7° *Formes variées indéterminées.* — Pour montrer jusqu'où peut aller la complication des formes cristallines de l'oxalate de chaux, et en même temps leur constance, qui ne le cède en rien à celle qu'on admire tant, et avec raison, dans beaucoup de minéraux de composition complexe, je citerai seulement une Sapindacée, le *Dodonæa triquetra*, dont le liber renferme de nombreux cristaux d'une forme très-bizarre.

Je m'arrête pour ne pas allonger outre mesure cette description en posant une question qui se présente naturellement à l'esprit. A quoi faut-il : attribuer 1° la variété de formes dans des plantes différentes? 2° leur constance dans la même plante, et surtout dans des espèces distinctes appartenant à une même famille naturelle?

J'ai montré dernièrement l'influence de la nature chimique du milieu sur la forme cristalline de l'oxalate de chaux. Il est évident que cette influence doit se faire sentir ici; car rien n'est plus constant dans une même famille que les produits immédiats particuliers qu'on y rencontre, et l'on sait que les propriétés médicales d'une plante appartiennent très-souvent à un grand nombre ou même à toutes les plantes de la même famille. Outre cette influence du milieu, il y en a sans doute d'autres encore qui prennent leur source dans l'organisation intime du végétal, et qui nous échappent complétement jusqu'ici ; la cristallisation de l'oxalate de chaux en est l'expression immédiate, et elle mérite, par conséquent, d'être étudiée avec un soin extrême, non-seulement au point de vue descriptif, mais au point de vue physique et chimique.

La place des cellules cristalligènes dans l'écorce primaire varie beaucoup ; cependant elles ont une tendance marquée, comme, du reste, presque toutes les cellules sécrétrices, à se disposer en files verticales (cellules à tannin). C'est en effet dans la région interne, voisine du liber, que l'oxalate de chaux se dépose de préférence ; mais cette règle est très-souvent troublée par la loi empirique que j'ai citée plus haut (dépôt dans le voisinage ou à l'intérieur des cellules scléreuses, en dehors d'un périderme naissant, etc.).

A l'aide de ces deux règles qui ressortent clairement d'une multitude d'observations, on se rend facilement compte de la plupart des dispositions qu'on peut rencontrer.

Ainsi, par exemple, supposons que nous ayons affaire à une écorce primaire homogène très-développée, voici quelle sera la distribution des principaux matériaux :

Épiderme ;

Parenchyme à petites cellules cylindriques légèrement allongées verticalement, gorgées de chlorophylle dont la quantité diminue de l'extérieur vers l'intérieur.

Ce parenchyme passe à un parenchyme à cellules plus larges, isodiamétriques ou allongées tangentiellement, contenant de l'amidon, ou privées d'un contenu solide, entremêlées d'un nombre croissant de cellules cristalligènes.

Plus tard certaines cellules se sclérifient, et les autres cellules, voisines des parties dures, perdent aussitôt leur chlorophylle ou leur amidon, et se chargent d'oxalate de chaux.

Absence de cristaux. — Beaucoup de plantes, et notamment des plantes herbacées, manquent de cristaux, ou n'en produisent que de très-petites quantités (Campanulacées, Composées, etc.).

D. Les cellules laticifères.

Tout le monde connaît la constance de ces petits organes dans un même groupe naturel, qui n'ont pas été de ma part l'objet de recherches particulières, attendu que le mémoire de M. G. David (1) est si parfait, qu'il dispense à peu près complétement de l'étude des cellules laticifères de l'écorce primaire. Cet auteur les considère dans les Euphorbiacées, les

---

(1) *Ueber die Milchzellen der Euphorbiaceen*, etc. Breslau, 1872.

Morées, les Apocynées, les Asclépiadées, comme des cellules appartenant au parenchyme fondamental, douées d'un accroissement propre très-considérable, qui les oblige à s'insinuer dans les interstices laissés par les autres cellules. On ne peut pas se dissimuler qu'il existe dans ce cas une analogie très-grande entre ces cellules et les fibres pseudo-libériennes qu'on trouve si souvent répandues dans le parenchyme fondamental, et que l'opinion de Schacht, qui considérait les vaisseaux laticifères comme des fibres libériennes, se trouve ainsi en quelque sorte confirmée. Dans tout ce que j'ai vu des cellules laticifères de l'écorce primaire, je n'ai pas rencontré un seul cas qui ne confirme pleinement les résultats obtenus par M. David. Il ne s'agit plus que de les étendre, si cela est possible, aux laticifères du liber mou, comme nous le verrons plus loin.

Je ne comprends pas sous le nom de *laticifères* les canaux sécréteurs des Guttifères, des Ombellifères, etc.; ce sont des glandes résinifères ou oléifères privées de membranes propres (1). Mais il faut rapprocher des cellules laticifères un certain nombre de cellules sécrétrices privées de ce pouvoir particulier d'extension (*Hartigsea*, Méliacée), et chargées de matières d'une nature voisine de celle du latex. Avec cette nouvelle manière de voir, la limite qui séparait les laticifères des autres cellules sécrétrices tend à s'effacer de plus en plus ; la nature du produit sécrété seule, et peut-être cet accroissement individuel particulier que les fibres pseudo-libériennes et même les cellules scléreuses partagent avec les laticifères, deviennent les caractères essentiels de ces organites. La position des cellules laticifères varie peu; elles se trouvent surtout dans la partie interne, voisine du liber de l'écorce primaire.

E. Les cellules scléreuses.

Les cellules scléreuses sont primitivement parenchymateuses ; leurs parois se lignifient et s'épaississent d'une manière caractéristique. La lignification est tout à fait essentielle, et peut déjà distinguer des cellules dont les parois sont à peine épaissies, non loin du point de végétation. Suivant que l'épaississement est plus ou moins fort, il y a de simples ponctuations arrondies, ou des canalicules simples ou rameux. L'épaississement peut aller jusqu'à l'oblitération complète de la cavité cellulaire ; c'est là une belle preuve de l'accroissement par intussusception de la membrane cellulaire elle-même ; les cellules scléreuses peuvent être en même temps cristalligènes, comme il a été dit plus haut. Quant à leur accroissement, il faut distinguer deux cas : 1° les cellules scléreuses conservent leur volume primitif, et ne se distinguent des cellules parenchymateuses voisines que par l'épaisseur de leurs parois ; 2° les cellules scléreuses sont douées d'un accroissement propre comparable à celui des fibres libériennes et des laticifères. Les exemples du premier cas sont les plus fréquents ; il en est presque toujours ainsi quand les cellules scléreuses sont en petit nombre, et que le parenchyme est assez consistant. Pour ne choisir que des exemples très-frappants, observons la coupe transversale de l'écorce primaire du *Brunsfelsia americana*, nous verrons à la limite du liber une couche continue de cellules scléreuses à peu près cubiques, entremêlées d'autres cellules (fibres libériennes?), environ deux fois plus longues, également épaissies et canaliculées ; plus en dehors, et accompagnant les fibres libériennes qui sont disposées assez loin du liber mou au milieu du tissu cortical primaire, et plus extérieurement encore, franchement au milieu de l'écorce primaire, on trouve des groupes irréguliers de cellules sclérifiées, dont le volume ne dépasse pas celui des cellules parenchymateuses voisines. Dans les *Magnolia*, le *Volkameria*, etc., nous trouvons des cellules scléreuses ramifiées de mille manières, insérant leurs prolongements dans les méats intercellulaires que laissent entre elles les cellules voisines.

---

(1) Comparez les travaux de MM. A. Trécul, Hanstein.

Les cellules scléreuses n'épaississent pas toujours également toutes leurs parois ; il arrive quelquefois que certaines d'entre elles s'épaississent seules, tandis que les autres restent minces. C'est un fait que nous rencontrerons très-souvent dans le suber, mais qui est beaucoup plus rare pour les cellules scléreuses du tissu fondamental.

Dans l'écorce primaire d'*Æschynanthus grandiflorus* (Cyrtandracée), on trouve par-ci par-là des groupes de cellules scléreuses d'un aspect tout particulier, avec les parois internes et latérales seules épaissies; tout au contact du liber mou, il y a une assise continue de ces cellules scléreuses qui représente peut-être la gaîne protectrice.

Les cellules scléreuses sont isolées ou réunies en groupes (sclérites). C'est très-souvent à l'entrée des grands rayons médullaires, au niveau des fibres libériennes primaires, que les premières apparaissent; elles forment alors avec les fibres un cylindre complétement fermé, très-solide, qui sert de gaîne au liber mou (Oléinées, Amentacées, Acérinées). D'autres fois, elles apparaissent au contact des fibres libériennes, sur un point quelconque (*Paulownia*, Protéacées). Enfin on les voit se développer d'abord très-irrégulièrement dans toutes les parties de l'écorce primaire; rarement elles sont réunies en zones continues.

Les cellules qui nous occupent sont le plus souvent, si ce n'est toujours, de formation essentiellement secondaire, c'est-à-dire qu'avant de se sclérifier, elles ont joué un autre rôle. La sclérification intervient comme un agent puissant dans les modifications que subit l'écorce par les progrès de l'âge. L'écorce primaire, ainsi que le liber, et quelquefois même certaines cellules épidermiques (*Hibiscus syriacus*), se garnit d'un nombre croissant de sclérites disséminés dans toute son épaisseur, et ces sclérites en augmentent considérablement la dureté, la résistance au choc, à l'usure, aux instruments tranchants et à la putréfaction.

Rôle physiologique des cellules scléreuses. — Deux opinions très-différentes ont été émises au sujet du rôle physiologique des cellules scléreuses :

1° M. J. D. Hooker leur attribue simplement un rôle de protection ou plutôt de soutien (squelette).

2° M. Buch (1) n'admet cette opinion que pour quelques plantes, et M. Cohn (2) ne les considère que comme des magasins de cellulose superflue.

D'après mes observations, je dois admettre complétement l'opinion formulée par M. Hooker :

Les cellules scléreuses servent à protéger des parties délicates lorsqu'elles sont très-nombreuses, et surtout lorsqu'elles sont réunies en tissus ; mais elles peuvent servir de soutien lorsqu'elles sont moins nombreuses.

Je résume aussi brièvement que possible les arguments que je crois pouvoir opposer à l'opinion de M. Cohn :

1. On n'a jamais observé la dissolution des parois des cellules scléreuses de la tige.

2. Dans un très-grand nombre de cas, les cellules scléreuses sont disposées de telle manière à l'entrée des rayons médullaires, qu'elles forment avec les fibres libériennes un cylindre solide continu.

3. La sclérification, comme phénomène secondaire, s'opère très-souvent, dans le liber, par couches parallèles disposées évidemment de manière à protéger des parties molles situées entre elles (voy. *Liber*).

4. Quelquefois les cellules scléreuses sont entourées d'un tissu subéreux, preuve qu'elles ne doivent plus se redissoudre, et que leurs canalicules ne servent qu'à l'accroissement, mais non à la corrosion.

5. Les tiges qui possèdent un collenchyme bien développé présentent rarement beaucoup de cellules scléreuses.

F. Les cellules à tannin (3).

La forme des cellules à tannin ne se distingue pas de celle des parenchymateuses ; leur contenu est généralement très-

---

(1) *Ueber Sclerenchymzellen.*

(2) Rud. Müller, *Die Rinde unserer Laubhölzer.* Breslau, 1875, p. 34.

(3) M. A. Trécul, *De la gomme et du tannin dans le* Conocephalus naucleiflorus (*C. R.*, t. LXVI, p. 575; *Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. IX, p. 274). — *Du tannin dans les Légumineuses* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. IV, p. 378).

Dans ce travail important, M. Trécul prouve l'existence, pour les Légumineuses, légèrement jaunâtre, et surtout plus réfringent que le contenu des cellules voisines. Au contact des alcalis (potasse, ammoniaque), il se trouble et brunit (sans doute en absorbant de l'oxygène) ; les sels de fer le colorent souvent, mais non toujours, en bleu noirâtre ; mais le réactif dont l'emploi mérite la préférence, est celui qu'indique M. Sanio. En effet, tous ceux que je viens de nommer produisent dans les cellules un liquide qui coule et salit les cellules voisines, de manière à troubler la netteté de l'image. M. Sanio recommande le bichromate de potasse, dans lequel on fait macérer les parties de plantes qu'on veut étudier ; il se produit alors dans les cellules un précipité rouge brun qui se prend en masse, et se coupe très-bien sans se désagréger.

Les cellules à tannin peuvent se trouver dans toutes les parties de l'écorce, écorce primaire et liber. Dans l'écorce primaire, elles sont généralement disposées par files verticales, de préférence dans les régions externes. Malgré les travaux importants dont les cellules ont été l'objet de la part de plusieurs auteurs (MM. Karsten, Trécul, Wigand), leur histoire et leur rôle sont encore fort obscurs ; les difficultés qu'on rencontre dans cette étude doivent être attribuées en grande partie à l'imperfection des méthodes chimiques pour la détermination du tannin et des corps voisins.

G. Les fibres.

J'ai eu déjà plusieurs fois l'occasion de parler de ces fibres isolées ou réunies en groupes, qu'on trouve dans l'écorce primaire d'un assez grand nombre de plantes, et qui ont absolument l'aspect de fibres libériennes, sans qu'on puisse trouver une relation morphologique avec les vraies fibres libériennes. Je les ai plusieurs fois désignées sous le nom de *fibres pseudo-libériennes* (*Russelia*, *Hexacentris*, plusieurs Labiées, Scrofularinées, etc.).

---

de cellules à tannin : 1° intra-libériennes ; 2° une ou deux séries sur chacun des côtés des faisceaux du liber, ou encore éparses, ou groupées sous les faisceaux de fibres libériennes.

Il suffit d'ajouter qu'il ne faut pas confondre ces fibres avec les vraies fibres libériennes qu'on trouve quelquefois assez loin du liber mou, au milieu du tissu de l'écorce primaire, soit isolées, soit réunies en paquets ou en faisceaux, soit enfin disposées en une zone plus ou moins éloignée du liber mou (Cucurbitacées, etc.).

H. Les lacunes à gomme.

Nous avons vu une espèce de gummification s'établir dans la membrane primaire et les couches d'épaississement moyennes des parois cellulaires; de cette simple altération d'une partie de la membrane à la transformation chimique de la cellule entière, et par conséquent à la formation de lacunes remplies de gomme, il n'y a qu'un pas à faire. Les travaux de MM. Wigandt, A. B. Frank et Trécul nous ont appris à différencier morphologiquement les lacunes et les glandes résinifères : dans les lacunes à gomme, la destruction des cellules est essentielle, quoique précédée d'une sécrétion de gomme (1); dans les glandes résinifères, au contraire, si elle existe, elle n'est que consécutive; les glandes résinifères sont primitivement des méats intercellulaires, tandis que les lacunes à gomme sont des cavernes causées par la destruction de cellules.

Les lacunes à gomme ne sont pas très-fréquentes dans l'écorce; c'est dans quelques Malvoïdées qu'on les observe le mieux. Ce sont des espaces allongés verticalement, bordés par des utricules qui ne diffèrent en rien des cellules parenchymateuses voisines, et dont la membrane tournée vers la lacune est le plus souvent en voie de transformation évidente. Souvent on voit des couches hyalines, gonflées, reproduire encore, mais en grand, la stratification de la membrane cellulosienne. De telles préparations ne laissent aucun doute sur l'origine de la gomme dans ces plantes.

---

(1) Tout récemment encore, à propos d'une note de M. J. Chatin sur les glandes des Rutacées, Aurantiacées, Diosmées, M. Trécul a soutenu, et je crois victorieusement, son opinion d'après laquelle la formation des lacunes à gomme commencerait toujours par une sécrétion de matière gommeuse dans la cellule même, qui se confond ensuite, contenu et contenant, en une seule masse. La distinction entre glande à gomme et glande résinifère ou oléifère ne devient impossible que dans le cas d'une glande unicellulaire, à moins d'examiner chimiquement le contenu. (Voy. *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 504, et t. LXVI, p. 575.)

Outre les Malvacées et les familles voisines, le *Bischoffia javanica* (Euphorbiacée) présente le même phénomène.

Il est inutile de faire observer que toute la gomme des plantes ne se produit pas de cette manière. Il n'existe rien de semblable dans bien des Malvacées qui sont néanmoins très-mucilagineuses, et la gomme de nos Amygdalées peut se produire d'une manière toute différente, d'après une étude récente de M. Prillieux (1).

Voyez, pour les lacunes à gomme du liber, le chapitre *Liber*.

I. Les glandes résinifères et oléifères.

Les glandes résinifères et oléifères canaliformes qui se trouvent dans le tissu fondamental se rattachent d'ordinaire très-nettement aux faisceaux fibro-vasculaires, comme l'a très-bien démontré M. Van Tieghem pour un grand nombre de plantes. Leur structure est très-nette et très-constante : une, deux ou plusieurs assises de cellules, différentes par leur forme des cellules parenchymateuses voisines, sont disposées autour d'un méat intercellulaire où elles déversent le produit de sécrétion (Guttifères, Ombellifères, Composées).

A ces glandes canaliformes se rattachent les glandes sphériques particulières, sans relation avec les faisceaux fibro-vasculaires, souvent décrites, accompagnées de destruction de cellules, des Aurantiacées, Rutacées, Diosmées (2), *Amyris* (3).

Il ne m'appartient pas de faire l'histoire de tous ces organes, mais il fallait les nommer, à cause de leur position dans l'écorce primaire et de leur constance, qui fait de leur présence ou de leur absence un caractère anatomique des plus importants.

---

(1) *Annales des sciences naturelles*, 6e série, t. I, p. 176.

(2) Voyez, pour la formation de ces glandes, la note de M. J. Chatin (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 502).

(3) Van Tieghem, *loc. cit.* — A. Engler, *Studien über die Verwandtschaft. d. Rutaceæ*, etc. (*Bot. Zeit.*, 1874).

IV. De différentes modifications que subit l'écorce primaire par les progrès de l'âge.

Parmi les modifications qui peuvent se produire spontanément (c'est-à-dire sous l'influence d'un périderme situé plus profondément), il faut citer, outre la sclérification, un aplatissement des cellules accompagné d'une espèce d'accolement des parois cellulaires, avec oblitération plus ou moins complète des cavités cellulaires, suivie ou non d'épaississement, et qui peut conduire à la formation de masses cellulosiennes compactes très-volumineuses. M. Wigandt a donné à des formations semblables le nom malheureux de *prosenchyme corné*, nom que je transformerai simplement, quand il y aura lieu, en celui de *parenchyme corné*, qui s'accorde mieux avec la forme des cellules.

Ce phénomène se produit souvent avec une netteté parfaite dans les plantes herbacées, dont la gaîne protectrice se subérifie. Ainsi, dans le *Gentiana asclepiadea*, les deux assises extérieures de l'écorce primaire conservent leur forme primitive; mais les cellules des deux ou trois rangées qui viennent ensuite s'aplatissent; leurs parois s'épaississent et s'accolent, de manière à former sur la coupe transversale une traînée cellulosienne marquée de distance en distance de petites fentes ou de petites lignes, derniers vestiges des cavités cellulaires. Cette masse cellulosienne est séparée de la gaîne Casparienne par une seule rangée de cellules.

Nous verrons que ce phénomène assez rare, quand il n'est pas provoqué par une cause quelconque, comme le ralentissement dans la circulation par l'établissement d'un périderme ou la compression exercée par d'autres parties douées d'un accroissement très-vif, se présente souvent dans le rhytidome, et ne manque pas non plus dans le liber mou, où il acquiert souvent une grande importance.

Annexe à l'écorce primaire. — Les rayons médullaires, qui appartiennent au tissu fondamental, ou les *grands rayons*, présentent une structure conforme à celle de l'écorce primaire. Dans la partie externe, les cellules sont même souvent rangées régulièrement et disposées transversalement; elles peuvent se diviser comme celles de l'écorce primaire, et écarter ainsi les faisceaux libériens; dans la partie interne, leurs cellules se dirigent radialement (à moins que la partie parenchymateuse de la tige l'emporte de beaucoup sur la partie fibro-vasculaire) et ne se divisent pas.

La hauteur des rayons médullaires primaires dépend du parcours des faisceaux eux-mêmes, et par conséquent, jusqu'à un certain point, de la production des feuilles sur l'axe. Il y a un certain nombre de plantes où ils s'étendent sans interruption d'un nœud à l'autre, et où les fibres libériennes primaires sont parallèles.

Tantôt les cellules restent minces ou s'épaississent toutes d'une manière uniforme; tantôt certains groupes de cellules se sclérifient. La sclérification se fait de préférence au niveau des premières fibres libériennes, et les parties dures forment alors avec les fibres un cercle solide autour des tissus intérieurs. Les cellules des rayons médullaires contiennent, comme celles de l'écorce primaire, de la chlorophylle, de l'amidon, des cristaux, et souvent du tannin.

La forme des rayons médullaires primaires est sensiblement supplémentaire de celle des faisceaux libériens. Quand ceux-ci présentent une section triangulaire avec un angle dirigé en dehors, les rayons médullaires ont une section triangulaire avec un côté tourné en dehors (Malvoïdées). La forme peut varier jusqu'à une disposition à peu près inverse, et je pense qu'elle n'est pas sans importance pour la botanique descriptive.

CHAPITRE III.

LE LIBER.

I. — Sous le nom de *liber* on entendait simplement autrefois l'ensemble des fibres libériennes, souvent disposées par couches alternant avec du parenchyme, et imitant par conséquent les feuillets d'un livre. Le parenchyme lui-même, déjà aperçu par Malpighi, n'a été considéré longtemps que comme du parenchyme semblable à celui de l'écorce primaire (*parenchyme médullaire* de Dutrochet) ; ce n'est en effet qu'après la belle découverte de Th. Hartig que cette partie de l'écorce a attiré sérieusement l'attention des botanistes. Ce fut en 1853 que Hartig découvrit dans le liber un nouvel élément auquel il donna le nom de « cellule grillagée ». Il décrivit avec soin les cloisons transversales de ces cellules dans *Cucurbita*, et montra, déjà à cette époque, que ces cloisons sont percées, fait qui a été tour à tour nié et affirmé, et qui est aujourd'hui acquis à la science. Les cellules grillagées de *Cucurbita* ont été étudiées de nouveau par MM. Hanstein et Nægeli, mais rien d'essentiel n'a été ajouté aux travaux de Hartig. H. von Mohl a publié dans le *Botanische Zeitung* (1) une courte note dans laquelle il expose ses observations sur les cellules grillagées ; mais cette note, malheureusement trop succincte, est le seul travail comparé que nous possédions sur ces organes. Voyant avec quelle constance ils se trouvent dans toutes les plantes dicotylées, on n'a pas manqué de les considérer comme très-importants, et dès lors le mot de « liber » a été appliqué à tout le système de fibres et de parenchyme.

II. — Le faisceau fibro-vasculaire se compose d'un système ligneux et d'un système libérien ; chacun de ces systèmes n'est défini que par la nature de ses éléments. Les éléments du système ligneux sont lignifiés, et leurs membranes cellulaires se colorent en jaune par l'acide sulfurique et l'iode, tandis qu'ils ne se colorent en bleu par les mêmes réactifs qu'après l'oxydation de la matière particulière qui les imprègne (? *vasculose*, Fremy) par un réactif approprié, l'acide chromique, par exemple ; elles se colorent en jaune par l'aniline additionnée d'un peu d'acide sulfurique (2). Ces éléments ne contiennent que très-peu de matières albuminoïdes, tandis que les éléments du système libérien en sont remplis ; une partie au moins des éléments du liber renferme un abondant protoplasma qui ne paraît pas servir uniquement à la vie et au développement individuels de ces cellules, mais qui doit jouer un rôle important dans la vie de toute la plante : on sait déjà que c'est cette partie de la tige qui est le siége de la circulation de la séve élaborée. Les éléments du liber ne sont que rarement lignifiés (fibres libériennes), leurs membranes présentent nettement la réaction de la cellulose.

---

(1) Mohl, *Einige Andeutungen über den Bau des Bastes* (*Bot. Zeit.*, 1855).

(2) Wiesner, *Sitzungsb. d. k. k. Akad. d. Wiss.* Vienne, 1874.

La meilleure manière de reconnaître ces deux systèmes, c'est de se familiariser avec l'aspect des éléments qui les composent : vaisseaux, fibres ligneuses, parenchyme ligneux d'un côté, et cellules grillagées, parenchyme libérien et fibres libériennes, de l'autre.

L'élément tout à fait caractéristique du système libérien est la cellule grillagée, et là où cet élément manque il ne faut parler de liber qu'avec une extrême réserve, et surtout n'appliquer ce mot à des tissus situés ailleurs qu'à la place ordinaire du liber que quand il y a des raisons sérieuses pour le faire (voy. les Protéacées).

Il peut paraître étrange, au premier abord, de ne pas trouver ici les définitions ordinaires du liber telles que celle-ci : partie corticale du faisceau fibro-vasculaire, ou partie du faisceau fibro-vasculaire située en dehors de l'anneau cambial. Très-souvent ces définitions sont exactes ; mais, dans un grand nombre de familles, on trouve du liber ailleurs qu'à la place désignée comme caractère unique du liber : il faut donc y renoncer.

Bien des faits de ce genre sont déjà connus, mais ils n'ont jamais été réunis, et j'ai eu le bonheur d'en ajouter un certain nombre de nouveaux.

Pour éviter les malentendus, il faut dire qu'il ne sera pas question, dans le présent mémoire, des faisceaux libres (caulinaires, *stammeigene Stræange*) qui existent dans un assez grand nombre de Dicotylées, et qui ont été l'objet d'un mémoire intéressant de M. Sanio (1).

III. — Dans les Dicotylées il y a toujours du liber en dehors du faisceau fibro-vasculaire : c'est le cas considéré généralement comme la règle. Mais il peut y avoir du liber à l'intérieur du faisceau dans la partie connue sous le nom d'étui médullaire, entre les trachées et la moelle ; il peut même y en avoir au milieu du bois, complétement noyé au milieu du tissu lignifié du faisceau fibro-vasculaire.

---

(1) *Ueber endogene Gefässbündelbildung*, etc. (*Bot. Zeit.*, 1864).

Unger cite déjà comme exceptions quelques plantes qui possèdent du liber à l'intérieur du bois.

Mohl parle des faisceaux libériens qui se trouvent à la face interne du bois chez les Asclépiadées, les Cucurbitacées, etc.

M. Dippel décrit et figure le tissu libérien intérieur qu'on trouve dans le *Cucurbita*.

Dans la plupart des ouvrages élémentaires, il n'en est pas question, ou ce fait n'est indiqué que par quelques mots, à l'exception de la structure trop frappante des lianes appartenant à plusieurs familles (Bignoniacées, Ménispermacées, etc.).

L'idée de réunir et de lier entre eux, si c'est possible, ces différents cas anormaux est donc parfaitement justifiée, et le premier résultat de ce travail a été de montrer que ce mode de structure n'est pas aussi exceptionnel qu'on pourrait le penser d'abord ; non-seulement il se trouve dans un nombre très-considérable de familles, mais il offre des variations anatomiques dignes d'être décrites en détail.

L'étude du liber dans un très-grand nombre de plantes permet de poser comme loi :

1° Que le liber extérieur existe toujours à l'état de développement parfait de la tige.

2° Que le liber intérieur n'est jamais *qualitativement* plus développé que le liber extérieur, c'est-à-dire que si, par exemple, le liber extérieur est dépourvu de fibres libériennes, le liber intérieur n'en possède jamais. *Quantitativement*, le liber intérieur peut être beaucoup plus développé que le liber extérieur, mais il ne possède jamais une espèce d'éléments de plus.

IV. — Pour bien faire comprendre ce qui va suivre, il est indispensable de dire quelques mots sur le mode de formation et d'accroissement du liber. D'abord il peut être primaire, c'est-à-dire résulter de la transformation directe des éléments du procambium : il peut être secondaire et provenir d'un cambium dont les cellules, en se divisant, en augmentent l'épaisseur. Quelle que soit au surplus sa provenance, remarquons que le tissu libérien peut se comporter de deux manières différentes : *a*. quitter aussitôt l'état méristématique et prendre et conserver une forme définitive sans se multiplier ; *b*. conserver, au moins pendant quelque temps, le pouvoir de diviser soit toutes ses cellules, soit quelques-unes d'entre elles seulement ; dans le premier cas, l'accroissement, s'il existe, se fait par *apposition* de nouveaux éléments dans une direction déterminée ; dans le second, par *extension* de toute la masse du tissu, ou par *intercalation* de petits îlots de tissu libérien nouveau.

V. — Voici maintenant les différentes positions que peut occuper le liber dans une tige dicotylédonée, réunies dans un tableau synoptique qui servira de guide dans la série de descriptions monographiques que j'aurai à tracer.

I. Le *liber* peut être *primaire* et rester en *contact* avec un *cambium* qui en augmente l'épaisseur, et qui est :	A. *Extérieur* par rapport au bois. B. *Intérieur* par rapport au bois.
II. Le *liber* peut être *primaire* et *privé* de toute relation avec un *véritable cambium ;* il s'accroît alors :	A. Par *intercalation.* B. Par un *faux cambium* (1) de formation postérieure.
III. Le *liber* est *primaire* ou *secondaire ;* il se trouve à la *face interne*, ligneuse, du *cambium.* La partie du tissu libérien formé est bientôt recouverte de bois. Ce phénomène peut :	A. Se produire une seule fois. B. Se reproduire à des intervalles plus ou moins réguliers.

Quelques schémas, pour faciliter l'intelligence de cet exposé un peu abstrait à force d'être succinct, ne seront pas superflus. Je les marque par les mêmes signes que dans le tableau cidessus :

---

(1) Voyez les descriptions.

<table>
<tr><th>I A.
Clematis.</th><th>I B.
Tecoma.</th><th>II A.
Solanum.</th><th>II B.
Lycium.</th><th>III A.
Goodenia.</th><th>III B.
Hexacentris</th></tr>
<tr><td>écorce primaire</td><td>écorce primaire</td><td>écorce primaire</td><td>écorce primaire</td><td>écorce primaire</td><td>écorce primaire</td></tr>
<tr><td>liber</td><td>liber</td><td>liber</td><td>liber</td><td>liber</td><td>liber</td></tr>
<tr><td>cambium</td><td>cambium</td><td>cambium</td><td>cambium</td><td>cambium</td><td>cambium</td></tr>
<tr><td rowspan="2">bois</td><td rowspan="2">bois</td><td rowspan="2">bois</td><td rowspan="2">bois</td><td rowspan="2">bois</td><td>bois</td></tr>
<tr><td rowspan="2">liber</td></tr>
<tr><td rowspan="6">moelle</td><td rowspan="3">cambium</td><td rowspan="5">liber</td><td rowspan="3">faux cambium</td><td rowspan="3">liber</td></tr>
<tr><td>bois</td></tr>
<tr><td rowspan="2">liber</td></tr>
<tr><td rowspan="2">liber</td><td rowspan="2">liber</td><td rowspan="2">bois</td></tr>
<tr><td>bois</td></tr>
<tr><td>moelle</td><td>moelle</td><td>moelle</td><td>moelle</td><td>moelle</td></tr>
</table>

I A. Le faisceau procambial se différencie extérieurement en liber primaire, intérieurement en bois primaire ; la couche située entre ces deux parties conserve indéfiniment le pouvoir de diviser ses cellules et de développer extérieurement du *liber secondaire*, intérieurement du *bois secondaire*.

Cette disposition, qui est de beaucoup la plus fréquente, sera décrite avec les éléments du liber.

I B. Le faisceau renferme du liber primaire en deux points différents : à l'extérieur et à l'intérieur ; entre les deux se trouve le bois séparé de part et d'autre du liber par une zone de cambium.

En 1864, M. Sanio (1) a exprimé, dans une courte note, son étonnement de la structure d'un jeune rameau de *Tecoma radicans*.

Dans le rameau d'un à deux ans, la section de l'étui médullaire, dont la vraie place est marquée par les trachées, est circulaire, tandis que la section de la moelle est elliptique, et que les deux espaces en forme de croissant que laissent entre elles ces deux sections sont occupés par du bois secondaire extérieurement accolé au bois primaire, et par du liber du côté de la moelle : ce liber et ce bois sont séparés par un véritable cambium actif des deux côtés, formant constamment ainsi du bois extérieurement, et du liber intérieurement. Les grands rayons médullaires traversent ces tissus et s'allongent par l'activité du cambium (interfasciculaire) pour aller rejoindre la moelle. Le bois secondaire intérieur est composé, en partant des trachées du bois primaire, de parenchyme ligneux finement ponctué, entremêlé de quelques fibres et de gros vaisseaux ponctués aréolés ; puis vient une série de vaisseaux plus étroits dont les articles plus allongés sont séparés par des cloisons obliques percées d'un trou circulaire ou elliptique ; les parois de ces vaisseaux sont marquées de ponctuations aréolées et d'une fine spirale, ou d'une fine spirale seule. Le cambium est formé, comme toujours, par des cellules très-allongées, de même longueur que les articles des vaisseaux ; les cellules grillagées du liber intérieur appartiennent au type désigné sous le nom de tubes cribreux ; leurs cloisons transversales si caractéristiques sont très-développées, et leur longueur correspond exactement à celle des cellules cambiales.

---

(1) ***Bot. Zeit.***, 1864, p. 61.

Il est évident que ce cambium enfermé dans un épais cylindre de bois ne peut rester actif indéfiniment ; c'est donc dans les premières années qu'il faut observer cette particularité anatomique.

On n'a pas trouvé d'autre exemple de cette anomalie curieuse, qui paraît même être unique dans la famille des Bignoniacées. Mais il ne faut pas confondre ce vrai cambium intérieur avec une couche également génératrice qui se trouve à la même place dans un assez grand nombre de plantes, et que je désigne sous le nom de *faux cambium ;* outre que ce dernier n'est pas primaire, mais de formation postérieure, il n'est jamais qu'unilatéral et ne produit pas de bois à sa face externe.

II A. *Le liber est primaire; il n'est point en contact avec* *un vrai cambium qui en augmente l'épaisseur par apposition en formant en même temps du bois de l'autre côte.* — Le liber extérieur appartenant à l'écorce n'est jamais dans ce cas ; il s'accroît toujours à sa face interne par l'activité du cambium proprement dit.

Pour mettre un peu d'ordre dans l'exposition des exemples qui appartiennent à ce type, je distinguerai plusieurs cas, suivant la complexité plus ou moins grande du liber intérieur.

a. Le liber intérieur peut être composé de cellules grillagées, de parenchyme et de fibres libériennes.

b. Il ne renferme que des cellules grillagées et du parenchyme.

c. Il peut ne renfermer que des fibres libériennes (?).

d. Il ne consiste qu'en parenchyme (?).

C'est dans les familles des Cestrinées et des Solanées que nous trouvons le liber intérieur le plus complexe. Parmi les premières, le *Cestrum aurantiacum* et le *Iochroma tubiflora* peuvent servir d'exemple. Nous trouvons là, à la face interne du bois, des faisceaux volumineux de liber mou susceptible d'accroissement par division de ses cellules ; ces divisions se font quelquefois assez régulièrement, et alors le liber passe au type décrit en II B. Le liber mou est composé de parenchyme et de tubes cribreux très-larges. Du côté de la moelle, il est protégé par de nombreux paquets de fibres libériennes épaissies et ponctuées. Dans l'*Iochroma*, le liber mou intérieur est plus nettement ramassé en petits faisceaux séparés par du parenchyme médullaire ; la disposition des éléments semble encore indiquer la manière dont ils se sont primitivement divisés. Intérieurement ce liber est accompagné de fibres isolées ou de petits paquets d'une à six fibres très-volumineuses, épaissies au point d'oblitérer leurs cavités cellulaires et ponctuées canaliculées.

L'*Habrothamnus fasciculatus* ne diffère, quant au liber intérieur, de ces deux genres que par la rareté des fibres libériennes, qui sont presque toujours isolées, mais souvent accompagnées de cellules médullaires scléreuses.

Dans la famille des Solanées, le liber intérieur est extrêmement développé et souvent accompagné de fibres en nombre bien plus considérable que les fibres libériennes extérieures ; mais, conformément à ce qui a été dit plus haut, on ne rencontre jamais ces organes dans la moelle quand ils n'existent pas dans l'écorce. Ordinairement le liber intérieur n'est pas tout à fait accolé au bois, mais il reste entre ces deux parties un peu de tissu médullaire, sauf dans les genres si particuliers sous d'autres rapports, *Nierembergia* et *Fabiana*, et dans le *Petunia violacea*, qui ont un faible liber mou intérieur accolé à l'étui médullaire. Le liber mou prend généralement la forme de petits îlots, dont la section dépasse rarement celle d'une cellule médullaire, et accompagnés de quelques fibres libériennes (*Datura*, *Hyoscyamus*, *Physalis*, *Atropa* (1), *Anisodus*, *Solandra eximia*, *Brugmansia*, *Solanum*, etc.), ordinairement très-nombreuses, disséminées fort loin dans la moelle (*Anisodus luridus*), et parfois plus épaissies que celles du liber extérieur (*Scopolia orientalis*). Mais assez souvent il n'y a pas de fibres dans le liber intérieur (*Nierembergia*, *Fabiana*, *Nicotiana*, *Lycopersicum esculentum* (toujours ?), *Petunia violacea*.

En somme, toutes les Cestrinées et toutes les Solanées que j'ai étudiées m'ont présenté un liber intérieur dont le développement rivalise avec celui du liber extérieur, et il serait intéressant d'étudier le rôle de ce liber intérieur sur des plantes vivantes.

On observe un liber intérieur tout aussi compliqué, accompagné de fibres libériennes, dans d'autres familles, telles que les Nolanées (*Nolana prostrata*), caractère qui lie cette famille à celle des Solanées, dont elle se rapproche encore par ce sable tétraédrique (?) dont il a été question plus haut.

Si nous passons maintenant à la structure plus simple sans fibres, il faut citer des exemples tirés d'un grand nombre de familles.

Dans la tige des Cucurbitacées on trouve dix faisceaux fibrovasculaires : cinq gros, et cinq petits placés plus en dehors alternant avec les premiers ; chacun de ces faisceaux présente à sa face interne (tournée vers la moelle) un peu de tissu libérien composé de cellules grillagées (tubes cribreux) semblables à celles du liber extérieur et du parenchyme. Ce liber est d'origine primaire, mais bientôt on voit apparaître des cloisons longitudinales qui divisent les cellules primitives, de sorte que toute la masse libérienne s'accroît dans tous les sens. Dans les genres où la tige devient fistuleuse (*Cucurbita*) ce phénomène n'a pas d'autre conséquence anatomique que de rétrécir quelque peu la cavité médullaire ; mais il en est tout autrement dans le *Bryonia dioica* (pl. 10, fig. 1). Quand on observe la tige de cette plante au printemps, on trouve une moelle énorme, à grandes cellules cylindro-prismatiques ; mais en automne la moelle a complétement disparu, sans que, pour cela, la tige soit devenue fistuleuse. Le liber intérieur des grands faisceaux s'est accru par la division de ses éléments, au point de remplir complétement l'espace qu'aurait laissé la moelle résorbée ; ces cinq faisceaux libériens se soudent à leur rencontre et ne sont plus séparés que par des masses, ou plutôt de petits murs cellulosiens, espèce de tissu corné produit peut-être par des cellules aplaties et modifiées d'une manière particulière.

---

(1) Dippel, *Das Mikroskop*, p. 146.

Dans les Borraginées, le liber intérieur, s'il existe, ressemble à celui des Solanées, qui ne possèdent pas de fibres ; mais, en général, il tend à disparaître dans cette famille. Très-volumineux et disposé par faisceaux dans le *Grabowskya boerhaaviæfolia*, il paraît faire défaut aux autres Tournefortiées ; chez le *Borrago officinalis*, il est souvent assez développé et s'avance en forme de coin dans la moelle ; dans quelques autres genres (*Nonnea*, *Symphytum*), il est très-faible, mais on y trouve encore des tubes cribreux ; dans beaucoup d'autres, enfin, il se dégrade de plus en plus, et sa place n'est plus indiquée que par un peu de parenchyme séveux que toutes ces transitions si nettes pourraient faire considérer comme du parenchyme libérien : celui-ci manque lui-même dans plusieurs genres (*Tournefortia*, *Heliotropium*), où l'on trouve à sa place du parenchyme médullaire très-épaissi.

Dans les Convolvulacées, le liber intérieur est extrêmement développé ; il se compose de tubes cribreux et de cellules grillagées. Dans le *Dichondra repens* et le *Falkia repens*, il est énorme, disposé en deux paquets, collenchymatoïde par parties et semblable au liber extérieur de ces plantes. Les autres genres possèdent un liber intérieur tout aussi considérable, toujours dépourvu de fibres libériennes ; les tubes cribreux y sont souvent plus visibles que dans le liber extérieur (*Calystegia*, *Convolvulus*, *Ipomœa*, *Quamoclit*, *Calonyction*, *Pharbitis purpurea*).

Dans les Loganiacées (*Fagræa littoralis*), le liber intérieur offre les mêmes caractères ; il est composé de parenchyme libérien, de tubes cribreux très-larges et très-visibles, qui s'avancent assez loin dans la moelle.

Dans les Apocynées il existe toujours du liber mou intérieur, semblable de tout point au liber mou extérieur ; son volume dépasse quelquefois celui du liber extérieur (*Apocynum venetum*). Tantôt il est disposé très-nettement en faisceaux (*Beaumontia grandiflora*, *Vinca major*), tantôt il forme une couche continue (*Amsonia salicifolia*, *Tabernæmontana amygdalifolia*), ou il remplit des dépressions laissées par le bois primaire (*Alyxia Forsteri*). Il n'est pas rare de rencontrer, dans le liber intérieur de cette famille, des supports particuliers servant à la protection des parties délicates : ainsi, dans le *Cerbera Manghar*, on trouve, entre le liber intérieur et la moelle, une multitude de cellules cristalligènes qui renferment des cristaux de même forme que le liber extérieur (voy. p. 121), et les cellules s'aplatissent par endroits de manière à former une sorte de parenchyme corné qui sert évidemment à soutenir ce faisceau saillant.

Rien ne distingue les Asclépiadées des Apocynées sous le rapport du liber intérieur. Dans l'*Hoya carnosa*, il est beaucoup plus développé que le liber extérieur, et il est protégé contre la moelle par un parenchyme corné souvent très-fort. Il en est de même du *Stephanotis floribunda* (structure plus irrégulière).

L'accroissement se fait de la même manière, par la division de toutes les cellules sans distinction ; mais, de même que dans les familles précédentes, il y a souvent un faux cambium dont j'aurai à parler bientôt. Au sujet de l'étude du liber intérieur, je citerai encore les *Asclepias*, *Marsdenia*, *Arauja*, *Metaplexis*, *Periploca*, *Stapelia*.

Dans les Gentianées il y a un liber intérieur très-intéressant. Dans le *Gentiana asclepiadea*, le liber mou intérieur est très-développé et consiste en tubes cribreux et en parenchyme ; il est divisé en petits faisceaux par du tissu médullaire très-épaissi, au milieu duquel il forme de petits îlots. Il paraît être plus important que le liber extérieur, qui devient collenchymatoïde. Dans l'*Erythræa Centaurium*, le liber extérieur est également très-faible, tandis que l'intérieur l'emporte de beaucoup et se trouve contigu aux trachées, et présente, dans son tissu, de petits foyers de multiplication cellulaire très-nets.

Dans le *Villarsia nymphoides*, il existe, au delà des trachées, un peu de parenchyme séveux très-différent du tissu fondamental, et auquel on peut appliquer ce qui a été dit à propos des Borraginées, et cela avec d'autant plus de vraisemblance, que le liber mou extérieur contourne fréquemment le faisceau de manière à rejoindre précisément ce parenchyme séveux. Cependant je n'y ai pas découvert de tubes cribreux.

Le *Minyanthes trifoliata* est dans le même cas. Ici ce n'est pas seulement du parenchyme séveux qu'on y trouve, mais aussi des fibres libériennes très-épaissies, absolument identiques avec les fibres libériennes extérieures et disposées en arc autour de la partie interne du faisceau fibro-vasculaire. Ces fibres ne peuvent pas se confondre avec les éléments ligneux, qui ne sont presque pas épaissis.

Parmi les Scrofularinées, je n'ai trouvé de véritable liber intérieur que dans le *Brunsfelsia americana*, où il se réduit à des faisceaux de liber mou accolés au bois renfermant des tubes cribreux et du parenchyme libérien ponctué. Dans tous les autres genres très-nombreux que j'ai étudiés, il n'y a autour des trachées, qu'un peu de parenchyme cambiforme.

Les Acanthacées présentent de très-grandes différences au point de vue anatomique. Sans parler des Thunbergiées, qui sont si particulières, il n'y a pas en général de liber intérieur, sauf dans quelques rares espèces, telles que le *Barleria cristata*, où il est très-développé et forme une zone continue collenchymatoïde. Dans l'*Acanthus spinosus*, le cercle ligneux extérieur n'a rien de particulier ; il ne possède que rarement quelques groupes de liber intérieur ; mais plus vers le centre il y a, au milieu de l'entre-nœud, quatre gros faisceaux fibro-vasculaires tournant leurs trachées vers l'extérieur et formant du liber vers l'intérieur, à l'aide d'un cambium situé entre le liber et le bois, et qui ne s'étend pas au delà des faisceaux. Ceux-ci possèdent souvent des paquets de liber mou dans le voisinage de leurs trachées ; entre ces faisceaux intérieurs et le cercle ligneux extérieur, il y a parfois d'autres faisceaux plus petits, confondant leurs trachées avec les premiers et tournant leur liber vers l'extérieur.

Les Euphorbiacées ne possèdent généralement pas de liber intérieur, mais il est très-développé dans le genre *Croton* (*C. punctatum*, *Tiglium*).

J'ai déjà cité les Borraginées pour le parenchyme cambiforme qui entoure les trachées ; l'existence de ce parenchyme est très-répandue, et il n'est autre chose que du procambium passé à l'état permanent sans changer de nature ; dans quelques cas, comme je crois l'avoir montré, on pourrait le considérer comme du liber mou rudimentaire. On le voit souvent soutenu par du parenchyme corné comme, par exemple, dans le *Melianthus major* (1).

J'ai cité également les fibres libériennes intérieures du *Minyanthes trifoliata*. L'argument le plus solide qui parle en faveur de cette manière de voir est la comparaison de ce genre aux autres Gentianées. On trouve une disposition semblable dans un assez grand nombre de plantes, mais là je n'ose pas me prononcer aussi catégoriquement, et il serait peut-être prudent de ne pas définir de cette manière les fibres qui donnent souvent au faisceau l'apparence d'un faisceau monocotylédoné (plusieurs Composées, *Lappa*). Dans les Protéacées (*Hakea*, *Banksia*), il existe, à l'angle interne des gros faisceaux, une ou plusieurs fibres très-différentes des éléments du bois, mais absolument semblables aux fibres libériennes et aussi précoces que celles-ci. Elles prennent un fort développement dans la feuille, et c'est sur elles que repose le système de cellules épaissies qui constitue le squelette si curieux des feuilles de ces plantes. Sont-ce de véritables fibres libériennes ?

---

(1) Depuis la remise du manuscrit, j'ai observé une remarquable transformation de ces éléments cambiformes en éléments ligneux. Cette observation confirme la réserve avec laquelle je me prononce pour la nature libérienne de ce parenchyme.

II B. *Le liber de formation primaire s'accroît par un faux cambium de formation postérieure.* — Supposons que, dans le liber intérieur tel que je viens de le décrire, les cloisons nouvelles, au lieu d'être disposées très-irrégulièrement et de diviser indifféremment toutes les cellules du liber, s'orientent tangentiellement et se cantonnent de préférence dans la région externe de manière à déterminer un accroissement franchement centripète, nous aurons un tissu qui ressemblera beaucoup à un cambium, mais qui s'en distinguera par son origine, par l'irrégularité de ses fonctions et par son activité uniforme des deux côtés ou même tout à fait unilatérale ; on observe dans la nature tous les passages entre la multiplication irrégulière des éléments libériens et la formation de ce faux cambium ; dans beaucoup des plantes citées plus haut il n'est pas rare de voir les divisions s'opérer parallèlement, et si je sépare ces deux cas, ce n'est pas pour établir une division scientifique, mais uniquement pour faciliter la description de tous ces faits.

C'est dans les Solanées que nous trouvons les plus beaux exemples de cette nature. Dans le *Lycium barbarum*, le liber intérieur ne renferme pas de fibres, mais il est très-volumineux, et il s'accroît de l'extérieur vers l'intérieur par un faux cambium bien caractérisé. Dans le *Capsicum bicolor*, le liber intérieur est beaucoup plus fort que le liber extérieur ; il est soutenu par quelques groupes de fibres placées à ses angles intérieurs, et se multiplie quelquefois par un faux cambium assez net et souvent très-abondant. Dans le *Solandra hirsuta*, le faux cambium est parfaitement caractérisé ; à la limite interne du liber intérieur se trouvent d'innombrables fibres libériennes très-fortes, très-grosses, disposées généralement en petits paquets ordinairement allongés dans le sens radial.

Dans le *Cynanchum monspeliacum* et le *Cerbera Manghas*, j'ai constaté la même particularité : dans cette dernière plante surtout, cette zone génératrice est très-nette, et les divisions tangentielles donnent constamment naissance, de part et d'autre, à des éléments libériens ; le faux cambium traverse les rayons médullaires, comme le fait le vrai cambium à l'extérieur.

III A. *Le liber primaire ou secondaire se trouve à la face interne ligneuse du bois, et ne se produit qu'une fois.* — Dans le *Goodenia ovata* (pl. 10, fig. 1), on trouve dans la jeune tige un certain nombre de faisceaux disposés en cercle ; mais bientôt *cinq* de ces faisceaux s'enfoncent de manière à toucher, par l'extrémité de leur liber, à la face interne du cambium qui passe par-dessus tout ce faisceau en conservant ses propriétés ordinaires, c'est-à-dire en formant du bois à sa face interne ; le bois recouvre bientôt complétement le liber, qu'on retrouve finalement tout près des trachées, non loin de l'axe de la tige ; il est composé de cellules grillagées et de parenchyme. Comme il n'existe que des fibres libériennes primaires, il en résulte que les faisceaux qui ont du liber près des trachées n'ont pas de fibres libériennes en dehors du liber extérieur.

III B. *Le liber est primaire ou secondaire ; il se trouve à la face interne ligneuse du cambium ; il se reproduit à des intervalles plus ou moins réguliers.* — Dans une Gentianée, le *Chironia linoides* (pl. 10, fig. 3 et 4), on trouve à la face interne du bois quelques faisceaux de liber composés de cellules grillagées et de parenchyme, et dont toute la section ne dépasse pas celle d'une cellule médullaire. Le bois secondaire commence par des fibres ; plus tard, il se forme un mélange de fibres et de vaisseaux ; entre ces deux zones, on trouve de distance en distance de petits faisceaux de cellules à parois minces, cellulosiennes, et de cellules grillagées de structure complexe, avec des cloisons transversales obliques, marquées de trois ou quatre ponctuations grillagées superposées ; à en juger d'après les états les plus jeunes, plusieurs de ces éléments appartiennent à une même cellule mère, qui s'est divisée par des cloisons longitudinales en deux ou plusieurs parties inégales. Les systèmes des cellules sœurs correspondent exactement à la section des éléments ligneux voisins, et ne troublent nullement la régularité de structure du bois. Plus en dehors, par exemple à quatre ou six rangées de fibres de la première zone, le même phénomène se reproduit, de sorte que tout le bois est parsemé de petits îlots de liber, disposés suivant plusieurs zones concentriques.

Il existe dans les *Acanthacées* plusieurs exemples de cette nature. Dans *Hexacentris coccinea* (pl. 11, fig. 2), on observe environ seize lames rayonnantes allant de l'écorce jusqu'au bois primaire, et composées de couches alternantes de bois et de liber ; ces couches libériennes noyées au milieu du bois sont chacune bien plus puissantes que le liber extérieur ; elles sont composées de cellules grillagées et de parenchyme ; les rangées de cellules qui touchent au bois renferment cette même matière granuleuse qui est connue dans les Bignoniacées, au contact des lames libériennes et du bois.

Dans le *Thunbergia grandiflora*, la structure de la tige est très-semblable à celle d'*Hexacentris*, sauf le nombre des lames. Il se forme d'abord du liber comme dans *Hexacentris ;* l'activité du cambium est très-exaltée en deux endroits opposés, puis elle décroît, et finit en mourant aux extrémités du diamètre perpendiculaire au premier. D'abord le cambium engendre du liber, puis, à une certaine distance, à l'extérieur, du cambium, le tissu se différencie suivant une zone et devient du bois ; mais le cambium situé au-dessous s'éteint, et il s'en développe un autre à la face externe du bois nouvellement formé, et ainsi de suite (1).

Note sur l'effet physiologique de la position intérieure du liber. — La position intérieure du liber a certainement pour premier effet de protéger très-efficacement cette partie si importante de la tige. Nous voyons dans presque toutes les plantes ligneuses grimpantes, qu'on réunit sous le nom de *Lianes*, une disposition particulière du liber, qui contrebalance le danger qui découle de la longueur et de la faiblesse de ces tiges : on sait que la rupture du liber en un point quelconque entraîne la mort de toutes les parties situées plus bas (Bignoniacées, Thunbergiées, Ménispermacées). Un exemple montrera qu'il y a véritablement, à ce point de vue, une relation biologique entre la structure et la forme de la tige. Les *Thunbergia* sont des plantes grimpantes, et possèdent la structure que je viens de décrire. Le *Meyenia erecta*, qui ne doit être considéré que comme un *Thunbergia* droit, n'a rien de semblable ; sa tige est parfaitement normale. Parmi les plantes qui possèdent un liber intérieur, il y en a beaucoup de grimpantes, sarmenteuses, etc., comme *Solanum Dulcamara*, *Lycium barbarum*, *Vinca*, beaucoup d'Asclépiadées, les Convolvulacées, les Cucurbitacées.

---

(1) La formation de ces couches alternantes de bois et de liber mérite d'être étudiée avec soin. Je n'ai pas consacré à cette étude le temps qu'elle exige.

On connaît cependant beaucoup de plantes grimpantes ou sarmenteuses qui sont dépourvues de liber intérieur, comme, par exemple, les Clématites, les Ampélidées, les Célastrinées, les Aristoloches, etc.

CHAPITRE IV.

LE LIBER EXTÉRIEUR.

I. — Quand il ne s'agit que du liber qui occupe la place ordinaire, nous avons affaire à la partie du faisceau fibro-vasculaire située en dehors du cambium. La région externe du faisceau procambial se transforme directement en un tissu permanent, qui n'est autre chose que le *liber primaire;* de même que sa partie interne se transforme directement en *bois primaire*, la région située entre ces deux parties extrêmes conserve indéfiniment la propriété de diviser ses cellules, et d'engendrer en dehors du *liber secondaire*, en dedans du *bois secondaire*. Les éléments libériens primaires qui apparaissent d'abord sont les fibres libériennes, quand elles doivent exister ; mais il se forme en outre du parenchyme; quant aux cellules grillagées, elles n'existent que rarement dans le liber primaire. Il se passe très-fréquemment dans la formation du liber primaire un phénomène particulier dont l'explication n'est pas encore très-nette, quoique plusieurs auteurs s'en soient occupés avec beaucoup de soin. A l'état adulte, on trouve souvent les fibres libériennes avancées jusqu'au milieu de l'écorce primaire et séparées par conséquent du liber mou par un tissu tout à fait semblable à celui de l'écorce primaire. On peut concevoir que dans certains cas où cette disposition n'est pas très-exagérée, les éléments d'origine procambiale puissent prendre la forme des cellules appartenant au tissu fondamental; mais cette opinion devient inadmissible quand ce tissu est très-volumineux, et il est probable qu'une partie de la zone génératrice, ou des faisceaux procambiaux, se sépare de la partie interne, et se dirige plus en dehors en subissant diverses modifications. Cela est notamment le cas dans les tiges qui possèdent, à une certaine distance du liber, une zone complète ou presque complète de fibres libériennes, cas qui a été mentionné plus haut à propos de la gaîne protectrice.

La tendance du parenchyme libérien primaire à prendre la forme plus ou moins exacte des cellules de l'écorce primaire ressort nettement des exemples fréquents, où l'on observe sur la coupe transversale un passage insensible de l'une de ces parties à l'autre; l'illusion devient encore plus complète quand les fibres libériennes font défaut; mais généralement la coupe radiale montre une démarcation beaucoup plus visible, à cause de la longueur des éléments libériens.

D'un autre côté, il arrive tout aussi fréquemment que le passage de l'écorce primaire au liber, même en l'absence des fibres libériennes, se fasse très-brusquement. Il est évident que, lorsqu'il y a une gaîne Casparienne, la délimitation est toujours très-nette; il en est de même quand il doit se former plus tard un périderme entre le liber et l'écorce primaire. Il y a là, en un mot, bien des combinaisons, dont on pourra d'autant mieux tirer parti pour les diagnoses, que ces caractères sont d'une constance remarquable dans le même groupe de plantes. J'en cite quelques-unes des plus importantes :

1. Anneau fibreux à une certaine distance du liber mou, et séparé de celui-ci par un parenchyme semblable à celui de l'écorce primaire (Cucurbitacées, *Berberis*, *Aristolochiées*, etc.).

2. Fibres libériennes primaires séparées du liber secondaire par du parenchyme cortical primaire :

a. Le parenchyme cortical primaire est séparé du liber par une ligne de démarcation nette.

b. Il y a entre ces deux parties un passage insensible.

3. Démarcation nette entre l'écorce primaire et le liber :

a. Avec des fibres.

b. Sans fibres.

4. Passage insensible de l'écorce primaire au liber mou sans fibres.

Voilà, si je ne me trompe, toutes les combinaisons théoriquement possibles, et toutes existent dans la nature.

II. — Maintenant que la place du liber est bien déterminée, nous pouvons aborder l'étude des éléments qui le composent.

Nous avons à distinguer avant tout les éléments *essentiellement libériens*, qui ne se trouvent nulle part ailleurs avec ces mêmes caractères : ce sont les fibres libériennes, les cellules grillagées, les cellules parenchymateuses libériennes, les cellules cristalligènes.

Viennent ensuite des organes composés ou des éléments sécréteurs qui ne sont pour ainsi dire qu'accidentels dans le liber : ce sont les laticifères, les cellules sécrétrices ordinaires, les glandes résinifères et les lacunes à gomme.

Enfin, pour terminer cette étude anatomique, nous aurons à passer en revue les transformations que subissent les éléments du liber par les progrès de l'âge.

Je résume cette division dans un tableau synoptique :

A. Éléments essentiellement libériens :	de protection.....	Fibres libériennes.
	de nutrition......	Cellules grillagées. Parenchyme libérien. Cellules cristalligènes.

B. Organes accidentels du liber :	simples.........	Laticifères. Cellules sécrétrices de diverses natures.
	composés	Glandes résinifères ou oléifères. Lacunes à gomme.
C. Transformations que subissent les éléments du liber.		Sclérification. Parenchyme (prosenchyme) corné.

A 1. Les fibres libériennes.

Les fibres libériennes sont de longues cellules atténuées aux deux bouts, rarement un peu rameuses (Asclépiadées), qui peuvent être primaires ou secondaires. Lorsqu'elles sont primaires, elles se forment déjà à une époque où l'entre-nœud est encore très-court, et pendant l'allongement elles s'accroissent dans la même mesure. En outre, elles peuvent probablement s'accroître plus activement en insinuant leurs extrémités entre les cellules voisines. Les fibres libériennes secondaires ont primitivement la longueur des cellules du cambium, et possèdent la propriété de s'accroître d'une manière indépendante ; il en résulte que les fibres libériennes primaires sont généralement plus longues que les fibres libériennes secondaires.

Il existe cependant un certain nombre de plantes, que j'aurai à citer plus tard pour la régularité de leur liber, chez lesquelles la faculté de s'accroître d'une manière indépendante est très-limitée dans les fibres libériennes, mais où ces éléments, si on ne les voyait pas sortir en *première intention* d'une cellule cambiale, pourraient être confondus avec des cellules scléreuses, par exemple dans une multitude de Composées (Sénécionidées et Eupatoriées), dans bien des Labiées, etc. Pour citer un exemple, nous voyons dans l'*Artemisia camphorata* que la tendance à l'accroissement indépendant est à peine marquée par de petites pointes aux deux extrémités des fibres.

On a souvent pensé, et Schacht l'a décrit avec soin dans le *Carica Papaya*, que les fibres libériennes sont dues à la fusion des cellules, si toutefois elles ne sont pas des cellules simples. Quant à moi, je n'ai observé aucun cas de fusion de cellules.

Le volume des fibres libériennes varie beaucoup ; leur longueur est souvent très-grande, la largeur varie moins. Dans les Caprifoliacées (Lonicérées), où j'ai observé les plus larges, elle est d'environ 0mm,13 (*Leycesteria formosa*). Les fibres libériennes épaississent leurs parois, qui apparaissent nettement stratifiées; mais les transformations chimiques qu'elles subissent varient d'une espèce à l'autre : tantôt elles restent cellulosiennes, malgré l'épaississement (*Linum*); tantôt elles se lignifient complétement (*Phormium*) ou incomplétement (*Cannabis*), et c'est sur les différentes colorations que donnent l'iode et l'acide sulfurique que M. Vétillard a fondé un procédé d'analyse fort précis. Souvent on observe des réactions très-singulières, comme, par exemple, une coloration violette par l'acide chlorhydrique (1), rendue plus prompte par l'emploi simultané de l'acide phénique. Les fibres libériennes de beaucoup d'Apocynées et d'Asclépiadées sont alternativement renflées et rétrécies.

Les parois sont marquées de petites ponctuations arrondies ou en forme de fentes obliques (disposées suivant des spirales); ces ponctuations sont éparses, sans ordre, où elles sont disposées dans un certain ordre, sur les faces antérieures et postérieures par exemple (*Vitis*).

Quant à la structure intime des parois, il faut citer les fibres marquées de stries spiralées dans les deux sens, dans les Apocynées et les Asclépiadées, dans le *Leycesteria*, le *Linnæa borealis;* à ces stries obliques s'ajoutent quelquefois de fines stries transversales (*Apocynum Venetum*).

Il arrive dans quelques cas que les fibres libériennes, au lieu d'avoir une cavité continue, se cloisonnent, par exemple, dans la Vigne, etc.

Les caractères tirés de la présence ou de l'absence et de l'arrangement des fibres libériennes sont très-constants. Les voici :

A. *Absence des fibres libériennes.* — La plupart des Valérianées et des Dipsacées, bien des Composées; la plupart des Campanulacées, les Lobéliacées ; la plupart des Rubiacées, des Loganiacées, des Gentianées, des Zygophyllées, Polémoniacées, etc.

---

(1) Certains bois donnent la même réaction : par exemple dans les Conifères, *Salix*, *Populus*, *Prunus*, etc. D'après M. Tangl, elle est due à la coniférine ($C^{16}H^{22}O^8 + 2$ Aq). M. A. Wigand (*Bot. Zeit.*, 1862, p. 122) considère cette matière comme voisine du tannin, et l'appelle « cyanogène ». M. R. Müller (*Flora*, 1874, p. 399) la prend pour un glycoside azoté.

B. *Il n'y a que des fibres libériennes primaires.* — α. Elles sont disposées isolément ou en petits groupes irréguliers (plusieurs pour un faisceau), comme dans la plupart des plantes herbacées qui renferment des fibres libériennes (les Solanées, *Celastrus*, etc.), ou en un seul faisceau pour chaque faisceau fibro-vasculaire (*Vitex*, Théophrastées, *Betula*, beaucoup de Composées, etc.).

β. Elles forment une zone aplatie à la limite du liber (les Térébinthacées, *Bursera*, quelques Éricacées).

C. *Il y a des fibres libériennes primaires et secondaires.* — Les fibres libériennes sont disposées par zones régulières alternant avec du liber mou (*Lyonia*, *Vitis*, Malvacées, Tiliacées, Méliacées, *Fontanesia*, etc.), ou par groupes eux-mêmes disposés par zones (Sapotées, Bignoniacées, Chêne, Peuplier, etc.).

Enfin les fibres libériennes secondaires peuvent être irrégulièrement mêlées aux éléments du liber mou, et, chose étrange, cette disposition coïncide souvent avec la résistance extrême des fibres libériennes [Morées (*Broussonetia*), *Daphne*, *Coleonema*, *Eriostemon*].

Ce ne sont pas là toutes les dispositions possibles ; la section du faisceau de fibres libériennes primaires peut présenter des configurations diverses qu'il est inutile d'énumérer ici, mais qui sont très-constantes dans la même espèce : par exemple un croissant concave vers l'intérieur (*Clematis*), une ellipse ou une forme de biscuit à grand diamètre radial, etc.

Tous les caractères des fibres libériennes indiquent que ce sont des organes de protection. Dans un travail récent, on les considère comme les organes destinés à protéger la plante contre les effets nuisibles de la traction, et l'auteur s'appuie sur ce que les fibres libériennes s'arrêtent à chacun des nœuds des tiges articulées, ainsi que M. Decaisne l'a reconnu depuis longtemps chez le Gui (1).

---

(1) J. Decaisne, *Mémoire sur le développement du pollen, de l'ovule, et sur la structure des tiges du Gui*, 1839, pl. III.

Il est assez rare que les fibres libériennes renferment des matériaux utilisables (amidon) ; le plus souvent, quand il y a un contenu visible, c'est une matière colorante. Dans certains cas cependant il n'est pas douteux qu'elles ne servent à la transmission des sucs, comme dans la Vigne, par exemple. Quelquefois elles sont même à peine épaissies, quoique lignifiées (*Coleonema*). D'autresfois la mortification s'opère bien vite, et l'on voit souvent les fibres libériennes éliminées de l'économie par un périderme qui se forme autour du faisceau de fibres (*Argania africana*, Sapotée) (1). Enfin, quand les fibres libériennes manquent, nous les voyons souvent remplacées par un tissu très-solide d'une autre nature (liber mou collenchymatoïde, prosenchyme corné), que nous décrirons bientôt.

A 2. Les cellules grillagées.

Il existe, dans le liber, deux éléments différents destinés à effectuer le transport des matériaux élaborés : ce sont les cellules grillagées et les cellules parenchymateuses. Ces dernières peuvent remplacer les cellules grillagées d'une manière complète dans le jeune âge. En effet, j'ai dit plus haut que le liber primaire ne renferme généralement pas de cellules grillagées, et M. Th. Hartig (2) pense que le tissu cribreux est déjà capable de conduire les principes élaborés quand il est encore à l'état cambial ; il l'a prouvé en annelant incomplétement un rameau, et en préservant la plaie de la dessiccation par un manchon de verre. Il faut conclure de cette observation, qu'entre un tissu cambiforme ou parenchymateux délicat (même permanent) (3), sans perforation, et un tissu cribreux très-développé, il y a une similitude parfaite de fonctions, et que la seule différence réside dans l'intensité du phénomène. Dans les plantes placées plus bas sur l'échelle végétale, la distinction de ces deux éléments, cellules grillagées et parenchyme libérien, est beaucoup moins nette : dans les Cryptogames vasculaires il n'y a pas de cellules grillagées ; dans les Monocotylées, elles sont à peine ébauchées et se distinguent mal dans ce tissu cambiforme auquel Mohl avait donné le nom de tissu conducteur. Dans les Gymnospermes enfin, elles ont un caractère d'infériorité manifeste ; les cloisons transversales, si compliquées et si importantes dans les Dicotylées, font défaut dans les Gymnospermes, qui ne présentent que des cellules atténuées aux deux bouts.

---

(1) Ce phénomène n'est probablement pas constant.

(2) *Bot. Zeit.*, 1863, p. 287.

(3) Voyez le liber intérieur purement parenchymateux. Ce tissu peut sans doute jouer le rôle du liber d'une manière plus ou moins parfaite.

Dans toutes les Dicotylées observées *ad hoc*, j'ai trouvé des cellules grillagées, éléments qui se distinguent des cellules parenchymateuses par leur structure anatomique et par une différence assez visible dans les fonctions physiologiques ; les cellules parenchymateuses servent généralement, en hiver, à emmagasiner de l'amidon, tandis que les cellules grillagées n'en renferment que des quantités minimes (1).

Après avoir établi cette distinction importante et montré la parenté évidente de ces deux éléments, je puis passer à la description des cellules grillagées.

M. Hanstein (2) compare les cellules grillagées aux cellules laticifères. Ce rapprochement, explicable à l'époque où le mémoire de M. Hanstein a été publié, ne l'est plus maintenant ; il n'y a absolument aucune analogie entre ces deux organites, et s'il faut rapprocher les laticifères de quelque autre élément, ce sera, comme le fait M. David (3), des cellules scléreuses. Selon toutes les apparences, les laticifères sont des cellules sécrétrices qui ne servent nullement au transport des matériaux élaborés, et le latex qu'elles sécrètent est comparable à la résine produite dans les cellules résinifères de l'*Abies pectinata*.

Les *cellules grillagées* sont des éléments *essentiellement libériens*, morphologiquement équivalents aux fibres libériennes, c'est-à-dire procédant des cellules cambiales sans division secondaire et caractérisées par la structure particulière de leurs cloisons transversales.

---

(1) G. Briosi, *Bot. Zeit.*, 1874. — Mohl, *Einige And.*, etc.

(2) *Uber die Milchz. und d. verwandten Org. der Rinde.*

(3) *Loc. cit.*, R. Müller, *Die Rinde unserer Laubhölzer*, p. 12.

A l'état parfait, ces cloisons se sont toujours montrées percées d'un certain nombre de petits trous, de sorte que toutes ces cellules superposées sont en communication.

Jusqu'où s'étend cette communication ? Je ne saurais le dire, mais j'ai de fortes raisons pour croire qu'elle ne va pas au delà des nœuds. Le fait de la perforation de ces cloisons a été observé depuis longtemps ; mais, sur l'autorité de H. von Mohl, il a été repoussé par la plupart des botanistes. Il faut avouer, en effet, qu'avec les idées reçues sur la vie de la cellule, il était difficile d'admettre une libre communication entre une série de cellules vivantes remplies de plasma.

La démonstration de la perforation s'est toujours faite sur les Cucurbitacées, dont les cellules grillagées sont en effet énormes. Pour reconnaître cette perforation, on traite la coupe radiale par l'acide sulfurique et l'iode ; la cellulose se colore en bleu, puis elle se dissout, tandis que le protoplasma se colore en jaune brun ; on voit alors de minces filaments passant à travers la membrane horizontale relier entre eux les deux contenus protoplasmiques. M. Briosi (1), qui s'est récemment occupé avec beaucoup de soin de cette question, constate la perforation partout où il l'a cherchée. J'ai voulu à mon tour m'en rendre compte, et je suis arrivé à la même conclusion. Mais au lieu d'acide sulfurique et d'iode, je me suis généralement servi de chloroiodure de zinc, qui conserve la cellulose en la colorant en bleu.

L'une des faces, ou les deux faces de la cloison transversale sont recouvertes d'une masse incolore souvent très-épaisse, étroitement appliquée sur le réseau cellulosien perforé de manière à dépasser les bords des perforations, qui se trouvent ainsi rétrécies ; dans les perforations mêmes, les deux masses supérieure et inférieure (pl. 9, fig. 7 B, C) se rejoignent et ne laissent, pour le passage du plasma, qu'un étroit canalicule. Quand on fait une coupe horizontale (ce qui n'est pas chose facile) à travers toute cette masse dans le *Broussonetia papyrifera*, et qu'on la traite par le chloroiodure de zinc, on voit le réseau cellulosien à larges mailles se colorer en bleu (pl. 9, fig. 7 B), et au milieu de chaque maille un point jaune représente la section du filament protoplasmique. Sur une coupe oblique, dans le liber de la même plante, on voit facilement le réseau traversé par les fins prolongements (pl. 9, fig. 7 A) de la masse protoplasmique située au-dessous.

---

(1) Briosi, *loc. cit.*

Quelle est cette matière? Aucun réactif ne la colore ; elle est insoluble dans l'eau, gonflable et soluble dans les alcalis, très-réfringente : c'est elle qui empêche de voir les grillages ; il faut alors traiter la coupe par la potasse caustique. Sa consistance est cornée, au moins à un certain âge. Les premiers auteurs l'ont prise pour un épaississement cellulosien ; on peut objecter à cette manière de voir qu'elle ne donne, à aucun âge, les réactions caractéristiques de cette matière. M. Nægeli admet que c'est une sécrétion, et je me range tout à fait de son côté. Il n'est pas rare de la trouver hypertrophiée dans le *Cucurbita Pepo*. Elle remplit alors presque toute la cavité cellulaire sans adhérer aux parois latérales; aucune trace de stratification n'est visible; la matière en est dure, cornée, et se coupe au couteau, en formant des zones caractéristiques semblables à celles que donne le caoutchouc coupé avec un couteau qu'on a préalablement trempé dans l'eau. Cela n'indique-t-il pas que cette matière est élastique?

Ses propriétés physiques et chimiques se résument donc ainsi : matière de consistance cornée, élastique, très-réfringente, hyaline, sans structure; insoluble dans l'eau, gonflable et soluble dans la potasse; incolore dans le chloroiodure de zinc et dans l'acide sulfurique et l'iode. Les botanistes allemands ont fini par adopter, pour ces singulières plaques, le nom de « plaques des cribles » (*Siebplatten*), expression qui ne peut pas se traduire en français. M. Hanstein les appelle « *plaques calleuses* »; mais il serait préférable de leur donner un nom qui n'indiquât que leur position, sans tenir compte de leur forme, trop variable, ou de leur nature encore mal connue.

Voyons maintenant, pour insister un peu sur cette question importante, de quelle manière les deux cellules superposées sont séparées dans le cas le plus distinct. Au milieu se trouve la cloison cellulosienne, dont il ne reste qu'un réseau à mailles plus ou moins larges (pl. 9, fig. 7 A, B) ; sur les deux faces de ce grillage s'appliquent les deux plaques incolores (pl. 9, fig. 7 C), qui ne laissent, pour chaque maille, qu'un trou très-fin, et en remplissent elles-mêmes le reste, en se soudant entre elles. Les protoplasmas des deux cellules se relient à travers ces trous ; immédiatement au contact de la plaque calleuse, ils changent un peu de consistance ; ils durcissent, et il n'est pas rare de les y voir constituer de véritables membranes protoplasmiques à double contour. Jamais il n'existe de perforation avant que la plaque calleuse soit formée, mais celle-ci ne dure pas indéfiniment ; au bout d'un temps plus ou moins long, elle paraît se résorber, et alors, à mon avis, la cellule grillagée a fini de jouer son rôle : elle fait partie du squelette libérien, soit en se sclérifiant, soit en s'aplatissant et en formant du prosenchyme corné.

J'ai observé exactement de la même façon les cloisons grillagées plus compliquées de beaucoup d'autres plantes, celles du Chêne, par exemple, et je suis arrivé exactement aux mêmes résultats. Les parois longitudinales latérales (tournées vers les rayons médullaires), ou rarement les parois antéro-postérieures, sont également pourvues de ponctuations grillagées recouvertes de plaques calleuses ; je n'ai jamais trouvé la membrane cellulosienne perforée en ces endroits, et aucun auteur, à ma connaissance, n'avance un fait semblable.

Quelle peut être maintenant le rôle de ces cloisons perforées garnies d'un appareil si compliqué ? Autrefois, et jusqu'à Hugo Mohl inclusivement, on n'avait pas remarqué la petite quantité d'amidon qui se trouve dans ces éléments, et l'on avait cru trouver là un critérium absolu pour séparer les cellules grillagées du parenchyme libérien ; on avait été amené ainsi à les regarder comme les organes de transport des matières albuminoïdes, transport mécanique direct ou transport par diffusion : mais, sur ce point, les avis étaient partagés. Depuis la découverte de l'amidon dans les cellules grillagées (1), on s'est beaucoup occupé de cette question importante ; cependant il faut avant tout que je dise à quel état l'amidon s'y trouve. Quand on traite une cellule grillagée par l'eau iodée, on voit généralement, aux deux extrémités, ou à une extrémité seulement, le contenu se colorer en bleu, comme s'il y avait de l'empois d'amidon ; généralement de très-forts grossissements permettent de voir des granules d'une finesse extrême ; mais il arrive assez fréquemment qu'on observe des grains plus gros, et quelquefois sensiblement plus gros que les perforations. Néanmoins MM. Kraus et Briosi, et avec eux beaucoup de botanistes, croient devoir admettre le passage direct et régulier des grains d'amidon solides d'une cellule à l'autre.

Après s'être assuré que l'amidon des cellules grillagées du pétiole de *Sparmannia africana* (Tiliacée) occupe la partie supérieure des cellules grillagées au-dessous des cloisons transversales, M. Kraus l'a retrouvé dans la partie inférieure des cellules, au-dessus des cloisons transversales, après avoir pressé le pétiole entre les doigts. Notons que la position de l'amidon dans les cellules grillagées n'est pas constante, et que M. Kraus en a sans doute déterminé la position sur un pétiole autre que celui qu'il a écrasé entre les doigts. En tout cas, cette expérience indirecte est trop imparfaite pour résoudre une question aussi importante ; il faudrait observer directement le passage d'un grain d'amidon à travers les pores. M. Briosi *croit* avoir vu *une fois* un grain d'amidon engagé dans un pore ; mais cet auteur lui-même ajoute peu d'importance à cette observation, et c'est surtout par d'autres considérations que M. Briosi arrive finalement à admettre la circulation des grains d'amidon.

Voici enfin les raisons que j'ai à opposer à cette doctrine :

1° Je n'ai jamais *vu*, et personne n'a jamais *vu* un grain d'amidon solide passer d'une cellule dans une autre à travers les cloisons transversales normalement conformées des cellules grillagées.

---

(1) Briosi, *loc. cit.*

2° Quelquefois ces grains sont plus gros que les perforations des plaques calleuses (*Villarsia*).

3° S'il y a véritablement circulation d'amidon solide, pourquoi ne la voit-on pas? L'influence du rasoir ne peut pas l'avoir arrêtée d'une manière si absolue, puisqu'elle n'empêche pas les mouvements du protoplasma.

4° Si ces ouvertures existent pour laisser passer des corps solides, pourquoi sont-elles si fines ; tandis que celles des vaisseaux ponctués du bois, beaucoup plus grandes, ne laissent passer que des liquides? elles pourraient être beaucoup plus grandes sans que les cloisons refusassent de soutenir parfaitement le protoplasma.

5° Si les cellules grillagées sont des organes de transmission d'amidon, pourquoi en renferment-elles si peu, qu'on est resté plusieurs années sans voir ce phénomène?

6° Cette théorie ne rend aucun compte des plaques calleuses, qui ne seraient au contraire qu'un véritable empêchement.

7° On sait, depuis Th. Hartig, que le tissu cambiforme remplace très-bien les cellules grillagées.

Les tubes cribreux des Monocotylées ne sont peut-être pas percés, et il n'y en a pas dans les Cryptogames vasculaires, ce qui n'empêche pas ces plantes d'atteindre de grandes dimensions.

Ces raisons, qu'on pourrait multiplier encore, me font croire, jusqu'à nouvel ordre, que les cellules grillagées n'effectuent nullement le transport d'amidon solide, mais que cette petite quantité d'amidon s'y est développée de la même manière que dans toutes les cellules parenchymateuses, et qu'elle se consomme sur place, probablement pour les besoins de la respiration, qui doit être très-active dans ces petits organes, à cause du travail énorme qui s'y fait. Je pense que la transmission des matériaux élaborés s'opère ici, comme partout ailleurs, par diffusion physiologique, et qu'il n'y a même pas de mouvement de protoplasma d'une cellule à l'autre. Les plaques calleuses me semblent être des organes d'absorption puissants, et les connexions protoplasmiques me paraissent devoir servir à un travail absolument inconnu jusqu'à ce jour.

Différentes formes de cellules grillagées. — On peut distinguer, parmi les cellules grillagées, deux formes assez bien séparées, savoir : celles dont les parois transversales sont sensiblement horizontales ou peu obliques et marquées d'un seul crible uniforme, et les cellules dont les parois transversales sont plus ou moins obliques et marquées de plusieurs ponctuations grillagées, régulièrement superposées comme les ponctuations d'un vaisseau scalariforme, et dont chacune a ses plaques calleuses (pl. 9, fig. 8). La première de ces formes a reçu plus spécialement le nom de *tube cribreux*, la seconde celui de *cellule grillagée proprement dite*.

Les tubes cribreux sont souvent dépourvus de ponctuations grillagées sur les parois longitudinales, mais les exceptions à cette règle, si règle il y a, ne manquent pas et se présentent tout de suite dans la plante où ils ont été découverts. Cependant, lorsque les ponctuations latérales existent, elles revêtent un autre caractère que dans les cellules grillagées proprement dites ; elles sont arrondies et isolées, tandis que les cellules grillagées ont presque toujours leurs parois couvertes de ponctuations grillagées triangulaires ou transversalement rhomboïdes, qui laissent entre elles des interstices réticulés avec une élégance surprenante. Dans tous les cas, les grillages ou cribles latéraux sont infiniment plus fins que ceux des parois transversales (1), et quand il existe des ponctuations criblées sur les faces longitudinales antérieures et postérieures, elles se placent, par leur finesse, entre les deux autres (exceptionnellement dans le Bouleau).

Le tube cribreux typique existe dans les plantes herbacées. Quand on examine le liber extérieur ou intérieur d'une plante herbacée quelconque (on peut recommander de préférence les Cucurbitacées, les Convolvulacées, les Solanées, etc.), on voit avant tout les cloisons transversales avec leurs plaques calleuses très-épaisses dessinant de petits traits transversaux; ces cellules cribreuses sont exactement superposées et forment un tube interrompu à intervalles réguliers par ces cloisons percées; ces dernières dépassent généralement la largeur moyenne des cellules, de sorte que le tube est renflé aux articulations. Quand on traite la coupe par un réactif qui contracte le protoplasma, on voit nettement que l'utricule primordiale reste distendue sur les plaques calleuses, tandis qu'elle s'affaisse et se rétrécit au milieu.

---

(1) Mohl, *loc. cit.*

Les variations que présente cette forme des cellules grillagées sont très-faibles et peu nombreuses; nous les trouvons ainsi conformées dans presque toutes les plantes herbacées, à quelque famille qu'elles appartiennent.

Il n'y a cependant pas une séparation très-nette entre ces deux formes, car on trouve des grillages transversaux simples dans des cellules grillagées dont les parois longitudinales ont tous les caractères des formes les plus compliquées, et en général les tubes cribreux des plantes ligneuses, et surtout des arbres (Oléinées, Morées, *Fagus*), se distinguent par leurs formes massives et leurs grillages très-largement réticulés, qui ressemblent souvent à de véritables réseaux suspendus au travers de la cellule (Morées) et par l'obliquité des cloisons.

La cloison transversale des tubes cribreux est rarement plane; elle est généralement concave, et la concavité est souvent tournée vers le haut.

Avant de citer des exemples, remarquons que la forme des cellules grillagées paraît dépendre de plusieurs points différents, qui sont d'abord, la taille de la plante : les grandes plantes ont souvent, mais pas toujours, des cellules grillagées plus compliquées que les plantes de petite taille; les plantes vivaces ont des formes plus compliquées que les annuelles, les plantes ligneuses que les herbacées; l'affinité, quoique subordonnée à la première cause, ne manque pas d'exercer une certaine influence; enfin il y a des causes qui m'échappent complétement, et qui me semblent être des bizarreries.

Pour montrer l'influence de la taille, etc., je n'ai qu'à rappeler que les plantes herbacées n'ont que la forme la plus simple, les tubes cribreux (Campanulacées, Composées, Solanées, Convolvulacées, Labiées, etc., etc.).

Les Asclépiadées nous fournissent un exemple très-instructif : dans les espèces ligneuses, telles que le *Periploca græca*, etc., les cellules grillagées sont très-développées ; les parois transversales, très-obliques, sont marquées de 3-5 grandes ponctuations grillagées superposées ; les parois latérales sont littéralement couvertes de grandes ponctuations criblées arrondies et divisées en segments de formes variables par des bandes unies. Dans l'*Asclepias Cornuti*, dont la tige est annuelle, les cellules grillagées sont très-simples ; les parois transversales sont horizontales ou légèrement inclinées, un peu concaves, marquées d'une seule ponctuation grillagée couverte d'une plaque calleuse très-développée ; elles renferment un nombre assez considérable de granules d'amidon.

Le *Marsdenia erecta* vient se placer, pour la forme de ses cellules grillagées, entre les deux ; dans cette plante on trouve des cellules grillagées à cloisons transversales obliques marquées d'un ou de plusieurs grillages superposés (1-3). Dans le *Chironia linoides*, de la famille des Gentianées, j'ai également trouvé côte à côte des cellules grillagées simples et compliquées à 3-4 grillages superposés.

Dans l'*Ailantus glandulosa*, qui est un grand arbre, ce sont de très-simples tubes cribreux ; les plaques calleuses sont hémisphériques, de manière que les deux plaques qui appartiennent à la même cloison transversale forment une sphère très-réfringente coupée en deux par le grillage. Dans les Caprifoliacées, moins les *Sambucus*, elles sont assez simples : 2-4 grillages superposés sur les cloisons transversales obliques, et ces cellules sont souvent mêlées à des tubes cribreux à cloisons obliques (*Leycesteria*). Dans le *Diervilla japonica*, il ne paraît y avoir que des tubes cribreux à cloisons horizontales ou plus ou moins obliques ; les plaques calleuses y sont souvent extrêmement développées, aussi hautes que les cellules sont larges.

Dans l'*Ekebergia capensis*, les cellules grillagées sont compliquées ; dans le *Carapa touloucana*, elles sont ordinairement simples ; dans l'*Evonymus europæus*, elles sont très-compliquées (7-15 grillages superposés !). Dans *Celastrus scandens*, elles sont simples ; dans le *Vitis vinifera*, elles sont compliquées ; dans le *Cissus orientalis*, elles sont simples ; dans l'*Olea* et *Fontanesia*, elles sont simples. Dans le *Citrus Aurantium*, elles sont tantôt simples, tantôt composées ; dans le *Fagus*, elles sont simples ; dans les *Quercus*, elles sont composées ; dans les Morées elles sont simples.

Ces exemples suffisent pour montrer combien la forme de ces éléments varie sous l'influence des diverses causes connues ou inconnues.

Les formes les plus complexes se rencontrent dans les Araliacées, les Célastrinées, les Sambucées ; viennent ensuite beaucoup de nos arbres : le Chêne, le Peuplier, le Bouleau, le Poirier, le Tilleul, les Bignoniacées, la Vigne, le Platane, etc.

Formation et accroissement. — J'ai échoué jusqu'ici dans l'étude de la formation des ponctuations grillagées, et je doute qu'il y ait là des choses importantes à découvrir. Les cloisons transversales grillagées sont les parois transversales primitives du tissu cambial (1). L'inclinaison plus ou moins grande (les parois transversales des cellules cambiales sont déjà obliques) de ces cloisons dépend souvent en grande partie des rayons médullaires ; quand ceux-ci sont larges relativement à leur hauteur, les cellules grillagées superposées décrivent des courbes onduleuses autour du parenchyme des rayons médullaires, et elles sont séparées par des cloisons très-obliques et même verticales, mais il n'en est pas toujours ainsi : dans la Vigne, par exemple, les cloisons sont presque verticales, et les rayons médullaires ont la même épaisseur sur toute la hauteur. Au jeune âge elles sont presque horizontales, les cellules grillagées ont toutes la même hauteur, et les plaques calleuses se juxtaposent si exactement, qu'elles simulent des planchers non interrompus très-étendus et régulièrement superposés : c'est ce qu'on voit facilement quand on fait une coupe tangentielle dans le voisinage du cambium sur un jeune rameau de Saule (*Salix viminalis*). Cette régularité peut persister, comme par exemple dans les nombreuses plantes dont le liber est très-régulier : *Artemisia* et genres voisins, *Lavandula*, *Cheiranthus*, etc.

---

(1) Il y a peut-être des exceptions où une cloison formée plus tard prend les mêmes caractères. On voit souvent dans le *Broussonetia papyrifera* des segments tellement courts, qu'on a de la peine à croire que la cellule a pu se déformer à ce point.

Il n'est pas impossible, et peut-être même pas très-rare, que les cellules grillagées ne se caractérisent qu'après la division longitudinale de la cellule qui doit les former. Cependant ce n'est pas le cas ordinaire. Quand il y a des divisions secondaires dans le jeune liber, on distingue nettement des cellules grillagées sur la coupe transversale par leur fort diamètre, comme cela se voit d'une manière très-caractéristique dans le *Cinchona*, et à un degré moins marqué dans presque toutes les plantes à liber irrégulier.

Dans le *Clematis Vitalba*, la régularité est si grande, qu'on aperçoit, à l'œil nu, sur une coupe radiale, des lignes blanches horizontales qui ne sont autre chose que l'ensemble des grillages juxtaposés à la même hauteur.

Dans la plupart des cas il arrive cependant que les éléments libériens doués d'un accroissement indépendant glissent et s'insinuent les uns entre les autres de manière à troubler tout à fait cet ordre.

Il ne reste qu'un mot à dire sur la structure des parois longitudinales des cellules grillagées : presque toujours elles sont homogènes; quelquefois elles sont très-nettement striées transversalement, comme dans le Chêne (*Quercus pedunculata*, pl. 9, fig. 8) ; d'autres fois on observe, dans l'épaisseur de leurs parois, des nodules qui se colorent par le chloroiodure en bleu plus intense que le reste de la paroi (*Robinia Pseudoacacia*).

Distribution des cellules grillagées dans le liber. — Le liber primaire manque presque toujours de cellules grillagées. Quand il n'y a pas de fibres libériennes secondaires, les cellules grillagées sont le plus souvent uniformément mélangées aux cellules parenchymateuses. Quand le liber est divisé en zones par des fibres libériennes secondaires, elles sont très-fréquemment cantonnées dans la région interne de chaque zone.

Pour les modifications que subit le tissu grillagé, voyez *Sclérification* et *Prosenchyme corné*.

A 3. Le parenchyme libérien.

Les cellules parenchymateuses libériennes secondaires sont toujours le résultat de la division transversale des cellules cambiales ; elles sont donc pour le liber ce que le parenchyme ligneux est pour le bois (1).

Quant à la formation du parenchyme libérien, il faut distinguer deux formes de liber :

1° *Le liber régulier*. — Les cellules du cambium se divisent d'une manière invariable pour former le parenchyme libérien ; elles restent indivises pour former les cellules grillagées et les fibres ; une fois sorties du cambium, elles ne se divisent plus, et s'il n'intervient pas une cause d'une autre nature, on voit sur la coupe transversale les éléments rangés avec beaucoup d'ordre en files radiales.

En faisant une coupe radiale dans le liber mou du *Clematis Vitalba*, on voit des cellules grillagées de la même hauteur que les cellules cambiales, à grillages simples obliques, pourvues quelquefois de grands cribles latéraux arrondis. A côté de ces éléments, deux cellules parenchymateuses, qui ont exactement la moitié de la hauteur des cellules grillagées, se superposent avec une régularité parfaite ; toutes les cloisons secondaires qui se sont formées divisent les cellules cambiales en deux parties égales superposées.

Parmi les Composées, nous retrouvons cette structure dans les Sénécionidées (*Kleinia*, *Artemisia*, *Pyrethrum*, *Verbesina*, *Helianthus*, etc.) et dans les Eupatoriacées. Les cellules cambiales, les cellules cribreuses et les fibres libériennes secondaires (quand il y en a), ont la même longueur ; les cellules parenchymateuses sont deux fois plus courtes.

Un grand nombre de Labiées sont dans le même cas.

2° *Le liber irrégulier*. — L'irrégularité du liber tient presque toujours à deux causes différentes, mais concomitantes : d'abord les cellules cambiales, en se divisant transversalement pour donner naissance aux cellules parenchymateuses, ne suivent aucune loi régulière.

---

(1) Comparez A. B. Frank, *Bot. Zeit.*, 1864, p. 388.

Dans la Vigne, qui peut servir de passage du type régulier au type irrégulier, par l'absence des divisions secondaires, les grillages, les terminaisons des fibres libériennes secondaires et des systèmes de cellules parenchymateuses (cloisons transversales primitives), sont bien encore situés au même niveau, mais pour former le parenchyme, la cellule cambiale s'est divisée en un nombre variable de compartiments.

La deuxième cause est la division longitudinale et transversale des éléments déjà sortis du cambium ; ces divisions secondaires troublent l'ordre des cellules, et en s'ajoutant à l'irrégularité de la division des cellules cambiales, elles forment le liber le plus irrégulier possible. M. Frank (1), le premier, a sérieusement rendu attentif à ces phénomènes dans le Chêne. Dans le jeune liber, on reconnaît très-bien encore les systèmes de cellules qui correspondent à la section d'une cellule cambiale, grâce à l'ordre avec lequel ces éléments sont disposés. La cellule primitive se divise le plus souvent par des cloisons longitudinales obliques sur un plan radial, et qui en enlèvent pour ainsi dire les angles ; il y en a dans la même cellule une, deux ou plus. Toutes ne subissent pas ces divisions secondaires.

Dans les Morées, certaines cellules, situées à deux ou trois assises du cambium, se divisent, par des parois longitudinales courbes, en deux, trois, quatre, cinq et même six cellules, et ces petits foyers de multiplication donnent au jeune liber de ces plantes un aspect tout à fait caractéristique. D'abord les cloisons secondaires se distinguent par leur délicatesse ; mais cette particularité s'efface bientôt, et l'on ne peut plus retrouver l'ordre primitif. C'est la formation de ces cloisons secondaires qui constitue ce que j'ai appelé plus haut l'*accroissement par intercalation*, par opposition à l'*accroissement régulier*, par un cambium.

---

(1) *Loc. cit.*

Dans le liber si régulier des lames qui s'enfoncent dans le bois des Bignoniacées, comme dans le *Fridericia speciosa*, par exemple, l'ordre dans la disposition des éléments ne se trouble pas facilement ; les éléments libériens sont disposés en files radiales très-nettes, et les divisions secondaires se trahissent jusque dans les zones les plus anciennes du liber.

Les exemples de liber irrégulier ne manquent pas, c'est le cas le plus fréquent ; mais je ne puis m'empêcher d'en citer encore un où ce genre de formation arrive à une complication extrême : c'est le *Cinchona officinalis*. Le liber commence brusquement sans *fibres primaires* (1). Le liber mou possède une structure extrêmement remarquable par l'abondance des foyers de multiplication secondaire. Les rayons médullaires secondaires sont très-nombreux ; leurs cellules conservent la largeur des cellules cambiales, et ils laissent entre eux encore deux rangées radiales de cellules appartenant au véritable liber mou. Les tubes cribreux restent très-larges ; mais les cellules qui doivent former du parenchyme libérien se divisent par des cloisons sensiblement longitudinales, tangentielles, radiales ou obliques, en un grand nombre, jusqu'à huit ou même dix cellules, de manière à former un tissu d'un aspect tout particulier.

Liber secondaire
- régulier… La cellule parenchymateuse représente, par sa *hauteur*, une fraction constante de la cellule cambiale (*ou de la cellule grillagée*), *Clematis*, *Artemisia*.
- irrégulier. La cellule parenchymateuse représente une fraction variable de la hauteur de la cellule cambiale, et ce caractère
  - est accompagné de divisions secondaires dans le jeune liber.
  - n'est pas accompagné de divisions secondaires dans le jeune liber. Type intermédiaire entre le liber régulier et le liber irrégulier.

---

(1) Beaucoup d'auteurs ont pris pour des fibres libériennes les cellules scléreuses, qui peuvent en effet s'en rapprocher par leur aspect, mais dont un examen attentif découvre la véritable nature. Les cellules scléreuses sont de nature essentiellement secondaire ; le jeune liber du *Cinchona officinalis* ne renferme *aucune trace* d'éléments épaissis, tandis que la vieille écorce du com-

Caractères extérieurs des cellules parenchymateuses libériennes. — Les parois antérieures et postérieures, c'est-à-dire tangentielles, sont lisses ; les parois transversales sont simplement ponctuées ou réticulées ; mais les parois latérales, tournées vers les rayons médullaires, sont toujours ponctuées, même quand les parois sont très-minces. Ces ponctuations ne sont cependant pas toujours très-visibles, ce qui tient à ce que leurs bords ne sont pas nettement arrêtés, et qu'elles ne constituent que des places amincies qui se perdent insensiblement sur les bords. Sur la coupe tangentielle, on voit alors les parois des cellules parenchymateuses sous la forme de lignes alternativement renflées et amincies (*Fraxinus*, *Ulmus*, *Acer*, *Paulownia*, *Vitis*, *Nerium*, *Daphne*, etc., etc.). Nous pouvons distinguer dans ces ponctuations deux types assez nets :

a. Les ponctuations sont allongées transversalement, couvrent une grande partie de la largeur des cellules, et se superposent avec la régularité des vaisseaux scalariformes ; elles sont d'autant plus marquées et plus profondes, que les cellules sont plus épaissies. En se dégradant, elles ne forment plus qu'une file verticale de ponctuations arrondies, souvent très-marquées comme dans l'Olivier, par exemple.

b. Les ponctuations sont arrondies, disposées en une file verticale plus ou moins régulière, et divisées en petits quartiers par des bandes unies plus ou moins nombreuses et réticulées. Dans le Chêne, le Peuplier, etc., nous trouvons des parois

---

merce contient une multitude d'éléments épaissis atténués aux deux bouts, et que la plupart, et peut-être tous les auteurs qui se sont occupés de la structure de cette écorce, désignent sous le nom de fibres libériennes.

Dans l'*Exostemma floribunda*, qui est voisin des *Cinchona*, il existe des fibres libériennes primaires; elles sont très-longues, plus ou moins régulièrement cylindriques, très-épaissies, sans ponctuations, ou à peu près. Un peu plus profondément, au milieu du liber mou, on trouve bientôt des cellules scléreuses, d'abord de même longueur que les cellules libériennes voisines, mais qui ne tardent pas à se prolonger en haut et en bas en une pointe irrégulière qui se glisse entre les cellules voisines. Ces cellules scléreuses ont un diamètre bien supérieur à celui des fibres libériennes ; elles sont polygonales, et leurs parois sont traversées par de très-nombreux canalicules. Le *Cinchona* est exactement dans le même cas, sauf l'absence des fibres libériennes.

marquées en moyenne de trois grandes ponctuations circulaires, divisées en deux ou quatre ou en un plus grand nombre de quartiers, quelquefois d'apparence grillagée (Peuplier). Sont-ce ces cellules que M. Hanstein appelle *Siebparenchym?* Ces ponctuations manquent toujours de plaques calleuses. Souvent elles paraissent uniformes quand on les regarde à un faible grossissement; mais en les grossissant davantage, on reconnaît qu'elles sont très-finement criblées (*Daphne collina*, etc.).

Quand on traite une coupe tangentielle par la potasse, on trouve souvent (dans le *Broussonetia*, par exemple) les cellules parenchymateuses séparées par des espaces arrondis, clairs, et ne se touchant plus que par des prolongements à la manière des cellules étoilées si connues du *Sagittaria*. En regardant ces accidents sur une coupe radiale, on découvre des cercles à *double contour* correspondant aux ponctuations. Je crois devoir considérer cette apparence comme la conséquence du ramollissement et d'un gonflement de la partie mitoyenne des parois épaisses de ces cellules.

Peut-être ce phénomène, qui est certainement très-fréquent dans le liber mou, n'est-il pas étranger à cette matière intercellulaire cambiale (matière moyenne de M. Sanio); je n'ai pas pu me former une opinion à cet égard; du reste, des savants comme MM. Sanio (1) et Dippel (2) ne sont pas d'accord à ce sujet.

Les cellules parenchymateuses libériennes se trouvent tantôt intimement mélangées aux cellules grillagées, tantôt réunies en grand nombre dans la région externe des zones, tandis que les cellules grillagées occupent alors de préférence la région interne.

A 4. Les cellules cristalligènes libériennes.

J'ai exposé, à propos des cellules cristalligènes de l'écorce primaire, les principaux faits relatifs aux cristaux mêmes du liber; il ne me reste donc plus ici qu'à m'occuper de la morphologie de ces organites.

---

(1) Sanio, *Anat. d. gemeinen Kiefer* (*Jahrb. für wiss. Bot.*, t. IX, *Flora*, 1874, p. 549).

(2) Dippel, *Bemerkungen*, etc. (*Flora*, 1874, p. 266).

Les cellules cristalligènes libériennes sont plus souvent disposées en files verticales limitées, et généralement terminées en haut et en bas par des cellules pointues; une file semblable correspond par sa hauteur à une cellule cambiale. Quelquefois les cloisons transversales qui divisent celle-ci ne se sont pas développées, et alors la cellule ressemble à une fibre à parois minces; d'autres fois le mode de division est plus compliqué, et ces variations, assez rares, ne sont pas dépourvues d'un certain intérêt, et méritent, je crois, d'être citées en peu de mots. La nature tend à isoler les cristaux; la cellule primitive se divise en autant de compartiments qu'elle doit renfermer de cristaux, de sorte que chaque cristal simple ou composé se trouve isolé dans une cellule.

1. Le cas le plus simple est celui où la cellule cambiale n'est pas cloisonnée; la cellule cristalligène a la forme d'une fibre non épaissie. Cette singularité ne s'observe que dans les plantes où l'oxalate de chaux est à l'état de poussière ou de très-petits cristaux, comme dans les Solanées.

2. Le cas le plus fréquent est le cloisonnement de la longue cellule primitive en un grand nombre de petits compartiments sensiblement cubiques. Chacune de ces cellules filles renferme généralement un cristal; les deux terminales de ce système sont pointues, et dénotent clairement l'origine de ces éléments. Cette forme de cellules cristalligènes a été mainte fois décrite et figurée; on l'observe notamment avec une grande facilité dans le Chêne, le Peuplier, etc. Je puis me dispenser d'y insister en renvoyant à quelques-uns des ouvrages dans lesquels il en est question (1).

3. Le mode de division de la cellule cambiale peut être plus compliqué. Dans quelques Malpighiacées, comme l'*Hiræa Houlletiana* (pl. 9, fig. 9), on est frappé, en observant la coupe transversale du liber, par la disposition régulière deux à deux des

---

(1) Schacht, *Der Baum*, p. 215, 217, 219, etc. — Frank, *Bot. Zeit.*, *loc. cit.*

cellules cristalligènes : pour les former, la cellule cambiale s'est cloisonnée non-seulement par des parois horizontales, mais chacune des nouvelles cellules, sauf les 1-3 cellules terminales, s'est divisée par une paroi verticale radiale en deux cellules juxtaposées tangentiellement ; chaque petite cellule cubique renferme une agglomération cristalline. Tout le système de cellules sœurs conserve exactement sa forme prosenchymateuse primitive, et, qui plus est, ses parois paraissent alternativement minces et épaisses sur la coupe tangentielle, comme j'ai eu l'occasion de le dire des cellules parenchymateuses. Les cloisons secondaires restent souvent très-fines, et il faut quelquefois dissoudre les cristaux dans l'acide chlorhydrique pour les voir.

Le même cas se présente d'une manière plus irrégulière dans le *Pterocephalus parnassicus*. Les cellules cristalligènes libériennes résultent du cloisonnement horizontal d'une cellule cambiale en une douzaine de compartiments, dont chacun renferme un petit oursin d'oxalate de chaux ; souvent il y a aussi division longitudinale radiale, tangentielle ou même oblique, par rapport aux rayons médullaires. Elles se groupent assez nettement en files verticales, radiales et tangentielles, de sorte qu'elles forment sur la coupe transversale des stries radiales et concentriques, visibles même à l'œil nu sous forme de lignes blanches, et des stries verticales sur la coupe longitudinale. Les cellules cristalligènes ainsi que les autres éléments du liber de cette plante paraissent striés en deux sens obliques et opposés, grâce aux très-petites ponctuations en forme de losange dont ils sont couverts.

Dans le *Coprosma lucida* (Rubiacée) (pl. 9, fig. 10), les cellules cristalligènes libériennes arrivent au comble de la complication. Sur la coupe transversale, on reconnaît que la coupe de la cellule primitive est divisée en quatre à six compartiments par des lignes très-déliées, et que chacun de ces compartiments renferme un cristal de forme irrégulière. Sur la coupe longitudinale, soit radiale, soit tangentielle, on ne voit d'abord qu'une longue cellule pointue aux deux extrémités, étroitement remplie de cristaux irréguliers, si bien entassés les uns sur les autres, qu'on a quelquefois de la peine à découvrir des interstices entre eux ; tous les cristaux sont séparés les uns des autres par des membranes qui persistent, quand on les dissout dans un acide. Ces membranes ne sont pas très-minces, et, comme elles se moulent exactement sur les cristaux, elles sont très-irrégulières. Il m'a été impossible de découvrir l'ordre des divisions successives ; les divisions longitudinales paraissent être les plus régulières. J'ai été fort surpris de ne pouvoir colorer en bleu par le chloroiodure de zinc, ni les parois secondaires, ni les parois primaires de ces cellules ; le tout s'est coloré en jaune, et a fourni une image extrêmement nette et caractéristique, après la dissolution des cristaux. Dans l'intérêt de la morphologie de la cellule, l'étude approfondie de ce mode de division mériterait d'être reprise.

Quant à la distribution des cellules cristalligènes, j'aurai les mêmes observations à faire que pour celles de l'écorce primaire. Lorsqu'il y a des éléments durs dans le liber, comme des fibres ou des cellules scléreuses, l'oxalate de chaux se dépose de préférence autour de ces masses imperméables.

Rien n'est plus net que cette disposition dans le Chêne, le long des fibres qui se reproduisent par zones régulières, accompagnées de longues files atténuées aux deux extrémités de cellules cubiques ou plus larges que hautes, on les voit garnies chacune d'un très-beau cristal prismatique oblique, entier ou diversement modifié. L'Orme offre à peu près la même distribution, mais à un degré moindre.

Quand les éléments durs manquent dans le liber, la répartition des cellules cristalligènes est en général assez uniforme.

Enfin, dans quelques plantes, comme dans la Vigne par exemple, les cristaux se disposent régulièrement entre le liber et les grands rayons ; mais ces cristaux appartiennent au tissu fondamental et non au liber. Cette circonstance me paraît être une confirmation pour la loi que j'ai cru pouvoir poser plus haut.

B 1 et 2. Laticifères et cellules sécrétrices de diverse nature dans le liber.

Les laticifères réellement libériens paraissent être relativement rares. La plupart de ces éléments ont été reconnus comme appartenant au tissu fondamental, et lorsqu'ils se transmettent dans le faisceau fibro-vasculaire, ils ne paraissent devoir être considérés que comme une dépendance du tissu fondamental (1).

Cependant il est facile de se convaincre de la présence des laticifères dans le liber mou des *Campanulacées* et des *Lobéliacées*, ainsi que dans celui des *Morées*, qui en possèdent aussi dans l'écorce primaire. Le travail si important de M. David ne s'étend pas sur cette question, et dans les Morées cet auteur ne dit pas un mot des laticifères du liber. Il y a donc là encore un point intéressant à élucider.

Je ne me suis pas occupé spécialement de la présence et de la distribution des cellules à tannin dans le liber (2). Il est certain qu'il peut s'en trouver. M. Trécul les décrit en effet dans un assez grand nombre de Légumineuses (3). Le mode de disposition de ces organes sécréteurs, ainsi que d'autres cellules de nature analogue, est souvent lié à la division du liber en couches: ainsi, par exemple, dans le *Carapa touloucana* (Méliacée), des cellules sécrétrices particulières (tannin?) accompagnent d'une manière constante les zones de fibres, et se transmettent même d'un faisceau à l'autre par les rayons médullaires, dont les cellules peuvent sécréter la même matière. Les cellules sécrétrices du liber restent souvent indivises et correspondent à la cellule cambiale (*Hartigsea spectabilis*).

---

(1) Voyez Hanstein, *Die Milchsaftg.*, — G. David, *loc. cit.*

(2) Trécul, *Comptes rendus*, 1865 ; *Ann. des sc. nat.*, t. IV, p. 378.

(3) La liaison que j'établis ici, pour ainsi dire sans intention, est en quelque sorte légitime depuis que M. Trécul a montré qu'il y a quelquefois mélange de latex et de tannin. (Trécul, *loc. cit.*, p. 381.)

B 3. Glandes résinifères et oléifères du liber (1).

Les idées générales sur ces glandes ont été exposées dans le chapitre de l'*Écorce primaire*; il suffit donc d'ajouter ce qui est relatif à la place de ces organes dans le liber.

Dans les cas les plus simples il existe une glande résinifère ou oléifère dans l'écorce primaire, mais en rapport manifeste avec les faisceaux fibro-vasculaires (2) ; de sorte que chacune de ces glandes est située à l'extérieur d'un faisceau libérien. Lorsqu'il y a des fibres libériennes, c'est à l'extérieur de celles-ci que se trouve la glande. Tel est le cas dans beaucoup de Composées, les Pittosporées, etc.

Dans une multitude de plantes on trouve des glandes résinifères disposées bien franchement dans le liber.

Dans les Térébinthinées, par exemple, le liber est généralement limité à l'extérieur par des fibres libériennes disposées suivant des arcs ou cintres, et c'est à l'intérieur de chacun de ces arcs que se trouve une grosse glande résinifère.

Dans le *Pistacia vera*, les fibres libériennes sont assez nombreuses et se rangent en croissant autour des faisceaux, entre lesquels il ne reste que des passages larges de quelques cellules seulement ; les cellules des rayons médullaires placées entre les extrémités des croissants se sclérifient. Dans la partie extérieure du liber mou, comprise dans le croissant fibreux, se trouve généralement une glande résinifère d'un développement tout à fait extraordinaire. Les petites cellules sécrétrices qui entourent le méat résinifère se multiplient énormément par des divisions tangentielles, et restent rangées en files rayonnantes autour du méat ; les cellules intérieures se détruisent peu à peu ; on voit de petits lambeaux de parois cellulaires faire saillie à l'intérieur de la glande. Cette disposition, très-constante dans la famille des Térébinthacées (*Comocladia*, *Mangifera*, *Spondias*), se rencontre encore dans quelques Burséracées (*Bursera gummifera* non *Amyris*) (1).

---

(1) Je compte, parmi ces glandes, les anciens laticifères des Clusiacées, Ombellifères, Térébinthacées, Araliacées, que M. Trécul a montré être privés de membranes, contrairement à M. Hanstein.

(2) Le rapport qui existe entre certaines glandes oléifères (Composées) et les faisceaux peut être un simple rapport de position, sans qu'il y ait une véritable relation en ces deux parties. — Voyez, à ce sujet, Van Tieghem, *Canaux sécréteurs, etc.* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. XVI, p. 116). Cet auteur montre que, dans cette famille, les glandes oléifères dépendent de la gaîne protectrice.

En tout cas, ces grosses glandes peuvent être suivies d'analogues plus petites disposées par zones dans le liber mou : ainsi, dans le Lierre, on en trouve des zones concentriques régulières.

Il en est de même dans plusieurs Méliacées. Dans l'*Ekebergia capensis*, on trouve, en dehors de chaque faisceau libérien : une grosse glande ; ensuite deux zones de fibres alternant avec du liber mou ; puis une zone de liber mou renfermant une zone de petites glandes, quatre zones de fibres alternant avec du liber mou, une zone de liber mou renfermant des glandes ; enfin trois zones de fibres, une zone de glandes, trois zones de fibres, une zone de glandes ; et ainsi de suite, bien entendu avec des variations de nombre.

Dans une infinité d'autres plantes, de petites glandes sont distribuées sans ordre apparent dans le liber mou (Hypéricinées).

Les caractères tirés de la présence et de la disposition de ces glandes sont très-importants au point de vue de l'anatomie comparée, parce qu'ils sont d'une constance presque absolue.

B. 4. Lacunes à gomme.

Les *lacunes à gomme* sont très-rares dans le liber ; cependant je les ai observées dans les Schizandrées (*Sphærostemma propinquum*, *Kadsura japonica*). Dans le *Sphærostemma*, par exemple, on voit au-dessous des fibres d'un même faisceau une grande lacune dépassant environ 4-6 fois le diamètre moyen des cellules environnantes. Ces lacunes, qui peuvent même toucher les fibres par une de leurs faces, sont remplies d'une matière gommeuse très-nettement stratifiée, mais je n'ai pu assister à leur formation.

---

(1) Van Tieghem, *Canaux sécréteurs des plantes* (*An. sc. nat.*, 5ᵉ sér., XVI, p. 172).

C. Nous passons maintenant aux transformations secondaires que peuvent subir les éléments du liber, savoir, la sclérification et la transformation en prosenchyme corné.

C 1. La sclérification.

Dans les plantes qui doivent parcourir une longue suite d'années, telles que les arbres, la sclérification des éléments libériens joue un rôle extrêmement important ; elle se fait le plus souvent d'une manière si régulière, qu'il devient évident que ces épaississements ne s'opèrent pas en vue de débarrasser simplement la plante de la cellulose superflue.

Au lieu de chercher à suivre un ordre systématique dans un phénomène si varié, je vais exposer un certain nombre d'exemples les plus frappants ; j'aurai en même temps l'occasion de m'étendre un peu sur la disposition si intéressante et si variée des éléments libériens.

Le Bouleau (*Betula alba*). — A la limite externe des faisceaux fibro-vasculaires sont placés des groupes de fibres libériennes qui ne présentent rien de remarquable quant à leur structure : ce sont là les seules fibres qui se trouvent dans l'écorce du Bouleau. Le tissu situé immédiatement au-dessous des fibres ressemble beaucoup au parenchyme de l'écorce primaire et contient, comme ce dernier, une certaine quantité de chlorophylle. Le liber mou du faisceau fibro-vasculaire est traversé par de petits rayons médullaires secondaires peu visibles sur une coupe transversale, mais tranchant nettement sur le tissu environnant par la forme de leurs cellules sur la coupe longitudinale tangentielle. Le liber mou est composé de cellules grillagées de structure compliquée et de cellules parenchymateuses. Celles-ci sont lisses sur leurs parois antérieures et postérieures, et portent sur leurs parois latérales quelques grandes ponctuations simples ou divisées. Leur contenu est une matière granuleuse assez opaque, et, en hiver, de l'amidon. Les cellules parenchymateuses du liber paraissent conserver pendant longtemps le pouvoir de se diviser longitudinalement ; elles dessinent, dans le liber, des zones concentriques d'une certaine épaisseur, qui, avec les rayons médullaires qu'elles coupent à angle droit ou obliquement, divisent le liber en rectangles ou en parallélogrammes. Le tissu ainsi circonscrit est composé lui-même de cellules parenchymateuses et de cellules grillagées disposées sans ordre appréciable. Les parois transversales des cellules grillagées sont fortement inclinées, le plus souvent vers les rayons médullaires, et portent un nombre variable (en moyenne huit) de ponctuations allongées horizontales, parallèles, et laissant par conséquent, sur la paroi, un épaississement scalariforme. Ces ponctuations, très-nettement grillagées, sont recouvertes de plaques calleuses sur les deux faces. Les parois antérieures et postérieures, c'est-à-dire celles qui sont tournées vers le bois et vers l'écorce primaire, sont couvertes de réticulations dont les interstices sont grillagés avec une finesse extrême. Les parois latérales sont souvent lisses, mais souvent aussi elles portent des grillages moins ténus que les derniers, mais plus fins que les grillages transversaux.

Les cristaux sont relativement rares dans le liber du Bouleau.

Quand une zone libérienne est arrivée à un certain âge, ses éléments subissent une transformation remarquable ; ils s'épaississent graduellement jusqu'à perdre complétement leurs cavités ; la paroi cellulaire est alors percée d'un grand nombre de canalicules rayonnants droits et marqués, à l'extérieur, d'une infinité de ponctuations arrondies. Quelques-unes des cellules parenchymateuses se remplissent en outre de gros cristaux prismatiques rhomboïdaux, qui sont, pour ainsi dire, empâtés dans la masse cellulosienne. Cette sclérification du tissu libérien commence à l'intérieur des petits rectangles ; les cellules grillagées subissent le même sort que les cellules parenchymateuses ; elles portent encore leurs grillages terminaux alors qu'elles sont transformées en une masse solide. Ce sont les cellules parenchymateuses placées entre les zones qui résistent le plus longtemps à cette dégénérescence.

Il n'est pas rare de trouver des rectangles complétement sclérifiés déjà dans la deuxième zone libérienne ; mais inversement il n'est pas rare non plus qu'une aire libérienne très-âgée reste parfaitement intacte au milieu d'un tissu complétement durci, et les aires sont le plus souvent disposées par zones concentriques sans que cette loi soit d'une généralité absolue. Tout à fait à l'extérieur il y a ainsi des lames de tissu libérien parfaitement vivant enclavées entre des masses sclérifiées d'une épaisseur notable et ne communiquant que peu avec le reste du liber vivant; les rayons médullaires secondaires se conservent à l'état vivant dans les parties les plus âgées de l'écorce et traversent souvent des masses scléreuses très-volumineuses sans changer d'aspect.

Nous voyons donc que tous les éléments du liber peuvent se sclérifier, les cellules grillagées comme les autres, et dans le Bouleau ce sont précisément les cellules grillagées qui subissent les premières cette modification.

Quelques auteurs, comme Schacht (1), Hartig (2), J. Chalon (3), supposent que les cellules grillagées peuvent se transformer en fibres libériennes; mais Schacht émet des doutes à ce sujet.

Ces auteurs ont peut-être observé des faits analogues à ceux que je viens d'exposer. En tout cas, ces éléments ne peuvent être considérés comme des fibres libériennes; ce sont des cellules scléreuses.

Le Bouleau est un exemple qui montre la sclérification au plus haut degré; dans la plupart de nos grands arbres ce phénomène n'arrive pas à cette intensité, et même dans bien des cas la sclérification est tout à fait insignifiante.

Au lieu d'être dispersées dans tout le liber, les cellules destinées à se sclérifier sont rigoureusement disposées suivant des zones parallèles, et protégent ainsi, à la manière des fibres libériennes, les lames de tissu mou qui les séparent. Cette sclérification régulière est ordinairement liée à la formation du périderme, dont il sera question dans le chapitre suivant (*Dodonæa*, *Serissa*). Quelquefois il se forme, à la limite du liber, une zone de cellules scléreuses qui appartiennent en partie à l'écorce primaire, en partie au liber (*Brunfelsia americana*).

---

(1) Schacht, *Der Baum*, 1860, p. 209.

(2) Hartig, *Bot. Zeit.*, 1853 et 1854.

(3) Chalon, *Mém. sur l'anat. comp. de l'écorce.*

C 2. Parenchyme et prosenchyme corné (1).

Comme premier degré de cette transformation je citerai le *liber collenchymatoïde*, qui se distingue par des épaississements analogues à ceux que nous avons étudiés dans l'écorce primaire, épaississements réduits souvent au remplissage des petits espaces triangulaires (méats) que laissent si souvent les cellules entre elles. C'est là un phénomène extrêmement fréquent dans le liber, et cet état collenchymatoïde est peut-être un des caractères qui permettent le mieux de reconnaître le tissu libérien sur une coupe transversale. Dans une multitude de plantes la section des éléments libériens est arrondie sans qu'il y ait de méats entre les cellules (Chêne, Vigne, etc.); dans d'autres cas il y a une tendance très-marquée, surtout dans les régions extérieures plus âgées, à la formation d'épaississements semblables à ceux du collenchyme (*Dipsacus sylvestris*, *Rhododendron ponticum*, *Bryonia dioica*, liber intérieur). Les tissus de cette nature sont quelquefois rigoureusement localisés dans la région externe du faisceau libérien, et forment, en l'absence des fibres libériennes, un faisceau résistant qui les remplace très-bien : tel est le cas du *Melianthus major*.

Si nous passons maintenant au *prosenchyme corné* proprement dit, nous voyons que ce singulier tissu peut tantôt remplacer les fibres libériennes, tantôt les accompagner.

---

(1) Le nom de *prosenchyme corné* est dû à M. Wigand, *Ueber die Desorganisation der Pflanzenzelle* (*Jahrb. für wiss. Bot.*, t.III). M. Oudemans a réclamé la priorité (*Bot. Zeit.*, 1862, p. 43); il avait décrit ce tissu dans ses *Aanteekeningen op. de Pharmacop. Neerlandica*. C'est M. Rauwenhoff (*Ann. des sc. nat.*, t. XII, p. 362) qui en donne la véritable explication. Comme un phénomène de même nature se présente aussi bien dans le parenchyme que dans les éléments prosenchymateux, j'ai étendu cette expression en distinguant le *parenchyme corné* et le *prosenchyme corné*. Il ne faut pas confondre alors ce parenchyme corné avec le parenchyme très-épaissi de l'albumen de *Phytelephas*, par exemple. Ce ne sont pas là, du reste, de véritables noms propres, et il faut s'habituer à expliquer chaque fois très-nettement de quelle espèce de tissu on veut parler.

Dans le *Hakea saligna*, les fibres libériennes sont réunies en petits faisceaux disposés obscurément en trois ou quatre zones parallèles ; les faisceaux primaires s'avancent fort loin dans l'écorce primaire ; les faisceaux secondaires, surtout ceux des zones internes, sont accompagnés de prosenchyme corné très-développé transformé par places en une masse cellulosienne compacte, dans laquelle on ne reconnaît que quelques lignes très-fines, traces des anciennes cavités cellulaires. Ces masses compactes suivent la direction des zones, et en dedans des fibres il y a une épaisseur de cinq à dix assises de cellules, dans laquelle il n'y a que quelques cavités cellulaires.

Dans le Houx (*Ilex Aquifolium*), les petits faisceaux de fibres libériennes primaires sont séparés du liber mou par trois ou quatre assises de cellules semblables à celles de l'écorce primaire ; à la limite externe du véritable liber mou on voit une traînée compacte de cellulose qui correspond à environ quatre assises de cellules dont les cavités n'apparaissent que sous forme de petites lignes.

Dans l'Oranger (*Citrus Aurantium*), il ne se forme de fibres libériennes qu'une ou deux fois dans la partie ancienne du liber ; tout le reste du faisceau libérien cunéiforme, divisé par de nombreux rayons médullaires secondaires, n'est soutenu que par du prosenchyme corné très-développé par zones, et dans lequel ne persiste qu'un petit nombre de cavités cellulaires.

Le liber intérieur de l'*Hoya carnosa* est protégé vers la moelle par une épaisseur de trois à huit rangées de cellules aplaties et épaissies. Il en est de même, à un degré moins avancé, dans un grand nombre d'autres plantes (voy. chap. II).

Dans le *Cissus orientalis*, les fibres libériennes sont accompagnées d'un prosenchyme corné assez développé.

Dans le *Kleinia neriifolia*, le sommet du faisceau libérien est marqué par une masse compacte de cellulose creusée de quelques rares cavités cellulaires et marquée de très-fines lignes irrégulièrement onduleuses.

Enfin, dans quelques cas, tout le liber est formé par du prosenchyme corné! (1). J'ai observé ce fait dans un *Helianthemum (pilosum?)*.

Dans le *Pittosporum Mayii*, tout le faisceau libérien, dont le sommet est marqué par une forte glande résinifère, consiste en une masse cellulosienne compacte dans laquelle on reconnaît les files radiales de cellules à des lignes d'une réfringence différente; quelques rares cavités cellulaires aplaties dirigées tangentiellement (normales aux premières lignes) constituent les restes du tissu cellulaire. Cette singulière dégénérescence se continue jusqu'au cambium.

Annexe au liber.

Le liber est presque toujours divisé par les rayons médullaires secondaires. La forme, la largeur, la hauteur et le parcours de ces rayons varie à l'infini; quelquefois, mais rarement, ils sont parallèles et parcourent tout l'entrenœud de bas en haut, et cela quand les rayons médullaires primaires sont dans le même cas (Vigne, Laurier-rose, etc.). Le plus souvent ils ont, sur la coupe tangentielle, la forme de faisceaux, et les éléments libériens décrivent entre eux des courbes onduleuses.

Dans le sens radial les rayons médullaires secondaires peuvent être rectilignes ou onduleux (Chêne). Les éléments qui les constituent sont toujours des cellules parenchymateuses qui se distinguent en général facilement du tissu libérien adjacent par leur contenu (chlorophylle, etc.).

CHAPITRE V.

LA DÉCORTICATION.

I. — La plupart des plantes herbacées restent recouvertes de leur épiderme jusqu'à la fin de la période de végétation; dans certains cas cependant on voit apparaître déjà au commencement de la deuxième moitié de la belle saison, soit une altération chimique dans un tissu déterminé déjà existant (voy. plus haut), soit un tissu de nouvelle formation comme ceux que j'aurai bientôt à décrire. Dans la majorité des plantes ligneuses l'épiderme cède de si bonne heure la place à un autre tissu protecteur bien plus efficace, qu'il est souvent difficile d'en observer la première phase. Dans les plantes herbacées, au contraire, quand un tissu analogue doit se former, il n'apparaît que beaucoup plus tard, et l'épiderme est plus durable.

---

(1) Serait-ce un cas pathologique ?

II. — Le tissu nouveau qui s'organise subit généralement une modification chimique particulière ; la cellulose est masquée par une autre substance soluble dans la potasse caustique, insoluble dans l'acide sulfurique, se colorant en jaune et non en bleu par l'acide sulfurique et l'iode ou par le chloroiodure de zinc : on a donné à cette transformation chimique le nom de *subérification*. Quand on traite ce tissu par l'acide azotique, on donne naissance à de l'acide subérique. Outre ces réactions microchimiques, d'autres réactions plus importantes, qui tombent dans le domaine de la chimie pure, révèlent une matière particulière voisine de la cutose et distincte de la vasculose (Fremy). M. Wiesner a du reste récemment recommandé un réactif qui peut servir à distinguer, au microscope, ces deux matières l'une de l'autre : c'est l'aniline, à laquelle on ajoute un peu d'acide sulfurique ; ce réactif colore la vasculose et ne colore pas les tissus subérifiés (1).

Outre cette matière qui pénètre les parois cellulaires, on constate la présence d'autres substances, et notamment de matières grasses ou résineuses solubles dans l'éther, même en l'absence de toute glande proprement dite (Bouleau) ; il ne faut donc pas s'attendre à trouver chimiquement les mêmes principes immédiats dans ce tissu pris dans des plantes différentes. Quoi qu'il en soit, la présence de la première de ces matières est absolument caractéristique.

---

(1) Il ne faut pas perdre de vue que ce réactif est purement empirique, et qu'il ne saurait décider dans les cas importants ; le suber est lui-même tellement incrusté ou pénétré de matières encore inconnues, qu'il serait imprudent de chercher dans une réaction *négative* un critérium absolu.

On donne le nom de *suber* au tissu de formation nouvelle qui subit la subérification, lequel est destiné à remplacer l'épiderme dans ses principales fonctions.

La formation du suber a été l'objet de nombreux travaux, et en me dispensant de remonter très-haut, je puis dire que son histoire a été fixée par les travaux de MM. Mohl, Hanstein, Næegeli et Sanio. Une rangée de cellules prédestinées à ce nouveau travail devient le siége d'une multiplication cellulaire très-active ; elles se divisent par des cloisons tangentielles ; l'une des cellules-filles se divise à son tour, et ainsi de suite, suivant des lois définies, pour chaque espèce, comme nous le verrons bientôt. Tout le système ressemble donc complétement à une zone génératrice, et il a reçu de M. Næegeli le nom de zone phellogène (φελλὸς, liége).

La subérification commence non loin de la zone phellogène ; mais les très-jeunes cellules consistent en cellulose.

J'ai déjà parlé de certains cas où j'ai cru voir la subérification envahir des tissus autres que ce suber (gaîne protectrice) ; j'ai même exprimé l'opinion que la cuticularisation est identique avec la subérification, et qu'elle ne doit être considérée que comme un cas particulier de celle-ci. En effet, dans quelques plantes (sous-arbrisseaux de la famille des Labiées), telles que la Lavande, il se forme, au-dessous des fibres libériennes, un phellogène qui engendre une faible couche de suber ; toutes les parties situées en dehors de ce tissu meurent et tombent. Quand on observe plus tard la coupe transversale de l'écorce de la même plante, on ne trouve plus de couche phellogène aussi complexe. Les éléments libériens, arrivés à une certaine distance du cambium, se divisent transversalement de manière à donner des tronçons à peu près isodiamétriques ; leurs parois brunissent, et tout le tissu présente les principaux caractères du vrai suber. Par une coupe tangentielle à travers ce tissu on reconnaît facilement, non-seulement la forme des éléments libériens, mais aussi les rayons médullaires. Est-ce que la zone où s'opèrent ces divisions transversales doit être considérée comme une zone phellogène? C'est ce que je ne veux pas décider (1). Dans une foule de circonstances (voy. plus loin), des divisions transversales semblables précèdent la formation du véritable phellogène. Il y a lieu de rechercher si cette anomalie, observée dans le *Lavandula vera* et dans quelques plantes voisines, se retrouve dans d'autres plantes qui forment un liber régulier, car ces divisions transversales semblent souvent se rattacher au mode de formation des éléments libériens. Quand une lame de suber doit se former dans le liber du *Clematis Vitalba*, on voit que les divisions se font de telle manière que les cellules sont finalement deux fois moins hautes que les cellules parenchymateuses libériennes, et quatre fois plus courtes que les cellules grillagées.

III. — Revenons à la formation du véritable suber.

M. Sanio, dans un travail très-approfondi (2), montre d'abord que ce tissu provient d'une zone génératrice ; ensuite il étudie les divisions qui s'opèrent dans cette zone, et il en distingue une série de modes basés sur la place qu'occupe la cellule-mère des générations successives. Il appelle *suber centrifuge*, celui où la cellule-mère de $(n+1)^{\text{ième}}$ génération est située à l'extérieur ; *suber centripète*, celui où la cellule-mère nouvelle est située à l'intérieur de la cellule sœur non prolifère de $n^{\text{ième}}$ génération ; il distingue ensuite trois formations intermédiaires qui sont caractérisées par des changements périodiques dans l'ordre des divisions : ce sont les modes *centripète intermédiaire*, *centrifuge intermédiaire*, *centripète réciproque* (3).

---

(1) Je ne suis pas éloigné de croire que la subérification est une transformation (?) chimique destinée à communiquer aux parois cellulaires une résistance extrême aux agents extérieurs, et qui peut se présenter dans des tissus très-variés. La cuticule, les cellules épidermiques entièrement subérifiées (?) de *Cluytia*, la gaîne protectrice subérifiée (?) d'un grand nombre de Dicotylédonées, les tissus plus compliqués de différente nature subérifiés jusqu'au véritable suber, me semblent être une chaîne non interrompue de faits de plus en plus complexes, commençant par des emprunts physiologiques : cuticule subérifiée, cellules épidermiques subérifiées, etc., et se terminant par la création d'un tissu nouveau : le périderme.

(2) *Bau und Entwickelung des Korks* (*Jahrb. für wiss. Bot.*, t. II)

(3) Dans un excellent mémoire inséré dans les *Annales des sciences naturelles* (5e série, t. XII, p. 347), M. Rauwenhoff explique les découvertes de M. Sanio d'une manière qui ne laisse rien à désirer. Je puis donc me dispenser d'y insister beaucoup.

D'accord en cela avec M. Rauwenhoff (1), je suis d'avis que les caractères qui distinguent ces trois types intermédiaires ne suffisent pas, et sont trop difficiles à constater pour être introduits comme des caractères distinctifs dans l'anatomie comparée. D'ailleurs, d'après M. Sanio même, ils ne sont pas très-constants.

Dans certains cas rares, les divisions s'opèrent quelquefois d'une manière si irrégulière, qu'il est impossible de parler d'une véritable zone phellogène. Dans l'*Ixora coccinea*, le périderme se forme au milieu de l'écorce primaire ; deux phénomènes concomitants se troublent réciproquement. Dans toute la partie interne de l'écorce primaire qui doit persister, il s'opère une multitude de divisions radiales, particulièrement fréquentes dans les assises externes qui représentent le phellogène ; elles y sont accompagnées de divisions tangentielles ou obliques irrégulières.

Dans le *Dipsacus sylvestris*, la zone phellogène est également très-irrégulière ; toutes ses cellules ne se divisent même pas.

Mais ce qui est infiniment plus important, c'est la distinction des deux premiers types centripète et centrifuge pris ensemble, et des types intermédiaires, car les résultats de ces deux modes sont tout à fait différents.

Lorsque la formation du suber appartient à l'un des types centrifuge ou centripète, il ne se forme du suber que d'un côté de la zone phellogène : le phellogène est unilatéral ; mais lorsqu'elle appartient à l'un des types intermédiaires, il se forme des tissus nouveaux des deux côtés du phellogène, qui est alors bilatéral (2). Mais ce n'est qu'à l'extérieur de la zone phel-

---

(1) *Ann. des sc. nat.*, 1^{re} série, t. XII.

(2) Pour éviter les confusions, je rapproche cette classification plus simple de celle de M. Sanio :

Phellogène unilatéral........	Mode centripète.
	Mode centrifuge.
Phellogène bilatéral.........	Mode centripète intermédiaire.
	Mode centrifuge intermédiaire.
	Mode centripète réciproque.

logène que ce tissu se subérifie ; celui qui se trouve à la face interne reste cellulosien ; il se remplit de chlorophylle, et se charge du rôle de l'écorce primaire, dont il augmente ainsi l'épaisseur ou qu'il remplace tout à fait. Les auteurs allemands désignent ces cellules sous le nom de *Korkrindenzellen* (cellules cortico-subéreuses) ; elles constituent une espèce d'écorce primaire d'emprunt, ou une enveloppe verte secondaire, liée par sa formation au suber, mais absolument différente de celui-ci par ses caractères chimiques et physiologiques (1). Les nombreux exemples que j'aurai à citer à une autre occasion me dispensent de m'arrêter davantage sur ces faits intéressants, et je puis passer à l'anatomie du suber proprement dit.

IV. — *Anatomie du suber*. — L'origine même du suber, à une époque où tous les organes de la plante ont acquis leurs dimensions définitives, imprime à ce tissu un caractère qui permet toujours de le distinguer facilement ; les cellules sont, ou prismatiques rectangulaires, plus hautes (hauteur radiale) que larges, ou moins hautes que larges, tabulaires ; leurs cloisons tangentielles sont autant que possible carrées ; elles sont ordi-

---

(1) J'aurais voulu doter l'anatomie comparée d'un mot convenable pour désigner ce tissu si important et si fréquent ; j'y renonce de peur d'embrouiller les choses au lieu de les éclaircir. La méthode vraiment scientifique consisterait à désigner, par un terme unique, le produit de la zone phellogène, de quelque nature qu'il soit. Situé à l'extérieur, et subérifié, il constituerait alors ce qu'on appelle vulgairement le liége ; situé à l'intérieur, il serait composé de ces cellules cortico-subéreuses.

Périderme.	Suber.	Périderme subérifié.
	Phellogène.	
	Cellules cortico-subéreuses.	Périderme herbacé.

Malheureusement tous les mots grecs et latins sont employés pêle-mêle, le plus souvent sans discernement ou comme synonymes (liége, *suber*, φελλὸς, φλοιὸς, *cortex*, etc.). Peut-être pourrait-on appeler *périderme*, en général, le produit de la zone phellogène, de quelque nature qu'il soit, et distinguer un périderme subérifié (suber) et un périderme herbacé (cellules cortico-subéreuses) ; mais je ne me reconnais pas une autorité suffisante pour imposer ces nouvelles expressions.

nairement rangées en files radiales régulières, qui permettent de reconnaître toutes les cellules-filles sorties successivement d'une même série de cellules-mères. Comme la multiplication se fait en général avec la même activité sur tous les points du phellogène, et que l'accroissement des cellules est uniforme, celles-ci sont également disposées en rangées tangentielles.

Les parois des cellules subéreuses peuvent rester très-minces : lorsqu'elles sont de forme tabulaire, elles restent alors dans cet état (*Grabowskya Boerhaaviæfolia*) ; lorsqu'elles sont cubiques ou plus hautes encore, les parois latérales, et quelquefois les parois tangentielles aussi, se plissent d'une manière caractéristique, et deviennent ondulées (Chêne, *Lonicera*, *Diervilla*, *Olea*, *Vitex*) ; souvent elles sont complétement aplaties, de manière à ne plus laisser reconnaître les parois latérales (*Celastrus*, *Cistus*).

Les parois cellulaires peuvent s'épaissir d'une manière régulière, de sorte que les cellules ne peuvent plus perdre leur forme (Morées, *Vitis*).

Enfin, dans un grand nombre de cas, la face supérieure (*oberseitige Verdickung*) (1) ou la face inférieure (*unterseitige Verd.*) seule s'épaissit, et cet épaississement, souvent très-nettement secondaire et chimiquement différent de la paroi primaire, gagne plus ou moins les parois latérales, où il les laisse complétement intactes. Nous avons un exemple très-remarquable de ce dernier cas dans le *Brunfelsia americana ;* toutes les parties tangentielles sont épaissies (épaississement direct de la paroi), et comme elles sont rigoureusement contiguës, elles forment de petits murs solides parallèles, écartés par les cloisons latérales, qui restent très-minces.

Généralement c'est la paroi interne des cellules qui s'épaissit : l'épaississement se continue en mourant sur les parois latérales ; il constitue une espèce de godet de structure stratifiée et souvent percé de canalicules. Il n'est pas rare qu'il soit assez distinct de la paroi primaire pour s'en détacher (2) (*Pla-*

---

(1) Sanio, *loc. cit.*

(2) C'est là un des plus beaux exemples d'un épaississement secondaire du genre de ceux dont parle M. Sanio dans son récent travail : *Anatomie der gemeinen Kiefer* (*Jahrb. für wiss. Bot.*, t. IX).

tanus occidentalis, *Thea viridis*, *Malpighia punicifolia*, *Rondeletia*) ; assez souvent, les parois latérales et intérieures, et même une partie des parois extérieures, sont épaissies de manière à donner à la cavité cellulaire une forme bizarre (*Camellia*).

L'épaississement extérieur est beaucoup plus rare. Il se présente d'une manière admirable dans le *Coprosma lucida*, où les cellules subéreuses ont la forme de certaines cellules épidermiques ; les parois extérieures sont cintrées et épaissies ; l'épaississement descend sur les parois latérales, et se termine assez brusquement vers le tiers inférieur de ces parois, qui sont marquées de longues ponctuations parallèles, normales, à la surface de la plante.

Dans le *Coleonema album* (Diosmée), on trouve au-dessous de l'épiderme un périderme volumineux formé par des cellules tabulaires, dont la paroi externe se couvre d'une plaque très-réfringente, qui se colore en jaune par le chloroiodure de zinc ; cet épaississement présente une structure stratifiée, et donne la croix de polarisation ; il n'est pas traversé par des canalicules. Après un traitement par l'acide chromique, le chloroiodure le colore en bleu.

Le suber de *Diosma ericoides* est dans le même cas, ainsi que plusieurs autres Diosmées. Nous trouvons un autre exemple dans le *Triphasia trifoliata*.

Enfin les cellules subéreuses peuvent être fortement épaissies dans toutes leurs parties. Telles sont celles qu'on trouve disposées par couches dans le suber de l'*Hiræa Houlletiana*.

Le suber peut être composé des mêmes éléments dans toutes ses parties (homogène), ou bien il est formé par des couches alternantes de cellules différentes. Un des exemples les plus connus de ce genre est le suber du Bouleau, qui consiste en couches alternantes de cellules à parois minces remplies d'air et de cellules plus épaissies tabulaires. Dans le *Coprosma lucida* que je viens de citer, les cellules épaissies sont accompagnées de zones de cellules plus minces. Dans le *Clusia flava*, les cellules subéreuses minces alternent avec une assise de cellules comprises entre deux cloisons tangentielles très-épaissies et remplies d'une matière rouge (1).

Les parois cellulaires du suber sont incolores, légèrement jaunes ou brunes, quelquefois vertes (Morées). Le contenu est le plus souvent de l'air ; quelquefois, quand les cellules sont encore très-jeunes, des matières colorantes violettes ou roses, rarement des gouttelettes graisseuses (*Morina longifolia*), mais très-souvent une matière colorante rouge brun, qui apparaît non moins souvent dans d'autres parties végétales mortes.

Anatomie des cellules cortico-subéreuses. — Les cellules cortico-subéreuses varient peu ; elles sont presque toujours rigoureusement alignées en files radiales et tangentielles comme les cellules subéreuses ; leurs parois restent cellulosiennes ; dans quelques cas, il se forme entre elles des méats intercellulaires (Rubiacées) qui troublent un peu l'ordre primitif.

Les cellules cortico-subéreuses sont très-fréquentes, mais il est rare qu'elles acquièrent une grande importance ; je reviendrai sur leur formation.

V. — La place où se forme le premier suber varie beaucoup ; il est suivi ou non de nouvelles lames de ce tissu, et sous ce rapport il faut distinguer des plantes qui ne forment de suber qu'une seule fois : un suber primaire ou périderme primaire persistant, et celles qui développent successivement plusieurs lames de ce tissu à des profondeurs croissantes (suber ou périderme secondaire, tertiaire, etc.). Il est inutile d'ajouter que les tissus situés en dehors du suber meurent et se dessèchent après avoir cédé à la plante qui les porte les matières qui peuvent lui être utiles. Ces couches, ou plaques mortes, ont reçu de Mohl

(1)

- Suber homogène.
  - Parois minces.
    - Cellules tabulaires.
    - Cellules aplaties avec parois onduleuses.
    - Cellules hautes.
  - Parois épaissies.
    - Paroi inférieure épaissie.
    - Paroi supérieure épaissie.
    - Épaississement uniforme.
- Suber hétérogène.

le nom de *rhytidome* (Borke). Cette distinction n'a toutefois que peu d'importance au point de vue de la classification, car on trouve sous ce rapport des différences non-seulement dans les espèces du même genre, mais aussi dans les variétés d'une même espèce.

Le *Quercus suber* possède un périderme primaire persistant; le *Quercus pedunculata* et les autres Chênes forment du rhytidome; l'*Ulmus campestris* var. *pyramidalis* forme du rhytidome; l'*Ulmus campestris* var. *suberosa* a un périderme primaire persistant.

Mais ce qui est beaucoup plus important, *c'est la place qu'occupe le périderme primaire*, suivi ou non d'autres péridermes.

Le périderme primaire peut se développer :

1° Dans l'épiderme;

2° Dans la rangée de cellules situées immédiatement au-dessous de l'épiderme;

3° A une profondeur quelconque dans l'écorce primaire ;

4° Immédiatement en dehors des fibres libériennes, ou entre le liber mou et l'écorce primaire, quand les fibres font défaut;

5° Immédiatement au-dessous des fibres libériennes primaires.

Je vais exposer quelques exemples de chacun de ces différents cas (1).

Il y a cependant quelquefois des différences notables sous ce rapport. Ainsi, dans la famille des Rubiacées, le périderme primaire se développe dans l'épiderme même chez les *Sipanea carnea*, *Exostemma floribunda*, *Cephalanthus occidentalis;* immédiatement au-dessous dans un assez grand nombre de genres, parmi lesquels je citerai *Pinckneya pubens*, *Rondeletia odorata*, *Burchellia capensis*, *Gardenia florida*, *Chinchona officinalis*, *Coprosma lucida* (pas toujours?); à une faible profondeur assez variable dans le *Pavetta indica;* à peu de distance des fibres libériennes dans le *Coffea arabica;* au milieu dans l'*Ixora coccinea.*

---

(1) M. Sanio a cité un certain nombre de plantes pour chacun de ces cas. Parmi les exemples qui suivent, on n'en trouvera qu'un petit nombre que cet observateur a déjà indiquées.

Il prend naissance immédiatement au contact des fibres ou à la limite du liber et de l'écorce primaire, dans les *Pæderia fœtida*, *Leptodermis lanceolata*, *Phyllis Nobla*, *Putoria calabrica*, *Bouvardia Jacquini*, *Serissa fœtida*. Dans le dernier cas, il se forme souvent une grande épaisseur de cellules cortico-subéreuses qui remplacent et simulent l'écorce primaire, d'autant plus parfaitement que les cellules se disjoignent, laissent des méats entre elles, et se dérangent plus ou moins de leur position régulière, par exemple chez les *Leptodermis lanceolata*, *Serissa fœtida*.

Je ne crois pas que cette variété dans la famille des Rubiacées puisse atténuer la valeur de la position du périderme primaire comme caractère de famille; c'est une famille reconnue très-hétérogène. Dans la famille des Caprifoliacées, telle qu'elle est généralement adoptée aujourd'hui, on observe dans la position du périderme primaire une différence qui coïncide avec d'autres caractères anatomiques et avec la division en deux tribus : les Lonicérées et les Sambucées. Les Lonicérées développent le périderme primaire au-dessous des fibres libériennes primaires, les Sambucées immédiatement au-dessous de l'épiderme.

Parmi les Apocynées, les *Tabernæmontana amygdalifolia*, *Carissa Arduini*, *Nerium Oleander*, développent le périderme primaire dans l'épiderme; chez les *Cerbera Manghas*, *Alyxia Forsteri*, *Allamanda verticillata*, *Beaumontia grandiflora*, dans la rangée de cellules situées immédiatement au-dessous de l'épiderme. Dans les Asclépiadées, la même différence se fait sentir : les *Periploca græca*, *Asclepias mexicana*, etc., développent le suber dans l'épiderme; mais chez les *Cynanchum monspeliacum*, *Hoya carnosa*, *Stephanotis floribunda*, *Marsdenia erecta*, c'est dans la rangée de cellules situées au-dessous de l'épiderme. Dans les quatre genres de Cestrinées étudiés, tous (*Cestrum*, *Habrothamnus*, *Iochroma*) ont le périderme primaire sous l'épiderme, sauf les *Vestia lycioides*, qui le développent dans l'épiderme. Chez les Solanées, des différences semblables se font sentir, et dans quelques genres (*Solanum*, *Nierembergia*) on trouve encore cette formation si curieuse du périderme dans l'épiderme. Chez la plupart des Bignoniacées, le périderme paraît se former au-dessous de l'épiderme. Dans l'*Amphilophium Mutisii*, les premiers faisceaux libériens (dépourvus de liber mou) sont éliminés par un périderme local, dont les bords s'appuient de tous côtés sur l'épiderme, et le tissu subéreux est assez abondant pour remplir les vides laissés par la chute des eschares. Dans l'*Hexacentris coccinea*, le périderme primaire enlève également les fibres extérieures qui soutiennent l'épiderme. Dans les Verbénacées, sauf dans les *Volkameria* et *Lantana*, le périderme se forme au-dessous de l'épiderme (*Vitex incisa*, *Agnus-castus*, *Ægiphila martinicensis*, *Spielmannia africana*, *Stachytarpheta mutabilis*, *Cytharexylon Barba-Jovis*, etc.). Dans le *Lantana alba*, il y a, en face des quatre arêtes couvertes d'aiguillons, de gros paquets de fibres libériennes, et, entre ceux-ci, les autres fibres sont disposées par très-petits groupes; le périderme primaire s'établit au-dessous des fibres, et fait tomber à la fois tout ce qui est en dehors, de sorte que la tige devient inerme. Dans le *Volkameria inermis*, le périderme se forme au-dessous des fausses fibres extérieures. Dans un certain nombre de Labiées ligneuses, le périderme primaire se forme au-dessous des fibres libériennes (*Lavandula*, *Rosmarinus*), tandis que dans d'autres il se forme sous l'épiderme (*Plectranthus fruticosus*, *Leonotis*).

Dans le *Plantago afra*, le périderme est très-particulier; les cellules épidermiques sont très-petites, et au-dessous se trouve généralement une seconde rangée de cellules de même grandeur que les premières; la membrane mitoyenne entre ces deux assises est collenchymatoïde; puis viennent une ou deux rangées de cellules incolores ou contenant un liquide carminé : c'est dans la plus interne de ces rangées que prend naissance le périderme, qui engendre vers l'intérieur des cellules corticosubéreuses; le reste de l'écorce primaire est homogène herbacé. Le *Plantago Lœfflingii* développe son périderme primaire au-dessous des fibres libériennes.

Dans les Épacridées et les Éricacées, le périderme primaire paraît toujours se former au-dessous des fibres libériennes primaires (dans tous les genres étudiés : *Epacris*, *Leucothoe*, *Kalmia*, *Clethra*, *Azalea*, *Ledum*, *Zenobia*, *Macleania*, *Psam-*

mesia, *Lyonia*, *Arctostaphylos*, *Andromeda*, *Rhododendron*) (1).

Dans les *Vaccinium*, le périderme se forme immédiatement au-dessous de l'épiderme.

Dans les Oléinées, il se développe au-dessous de l'épiderme, sauf dans le *Forsythia viridissima*, où il prend naissance dans l'épiderme.

Dans les Hypéricinées, il y a une différence assez significative entre les *Hypericum* avec leur périderme au-dessous de l'épiderme, et l'*Ancistrolobus pulchellus*, qui possède au-dessous des fibres libériennes primaires un périderme à cloisons internes épaissies, comme dans les Ternstrœmiacées, qui ne sont cependant pas très-constantes elles-mêmes sous ce rapport ; tandis que *Thea* et *Camellia* présentent ce périderme épaissi au-dessous des fibres, le *Visnea mocanera* et le *Ternstrœmia brevipes* ont un périderme à parois onduleuses au-dessous de l'épiderme.

Les Euphorbiacées ont le périderme primaire au-dessous de l'épiderme.

Je clos cette énumération trop longue par quelques exemples réduits aux noms des plantes pour les dispositions les plus rares.

Dans l'épiderme, outre les cas cités plus haut : *Staphylea*, quelques Célastrinées.

Au-dessous du collenchyme : *Phlomis fruticosa*.

A deux assises environ du liber : *Melianthus major*.

En dehors des fibres libériennes et en contact avec elles : *Diplacus puniceus*, *Rhytidophyllum Plumieranum*.

Entre le liber et l'écorce primaire en l'absence de fibres : *Dipsacus*, *Cephalaria*, *Calceolaria rugosa*.

Au-dessous des fibres libériennes primaires : *Buddleia globosa*, *Gesneria elongata* (2), *Eranthemum spinosum* (Acanth.), *Fagonia cretica* (Zygoph.).

---

(1) Arth. Gris l'avait déjà reconnu pour un certain nombre d'espèces en 1872 (*Comptes rendus*, 1872, p. 875).

(2) Immédiatement au-dessous de l'épiderme il peut s'établir un peu de périderme revêtant le caractère de productions subéreuses locales, mais le véritable périderme primaire régulier se développe au-dessous des fibres libériennes.

Il me sera permis de passer sous silence quelques-uns de nos arbres, qui ne forment qu'un seul périderme et conservent ainsi une écorce à peu près lisse, au moins pendant la plus grande partie de leur existence; les travaux si importants de MM. Hugo Mohl et Hanstein me dispensent d'en parler.

VI. — Le périderme primaire, tel que nous venons de l'étudier, est souvent suivi, à une profondeur variable, d'une série de péridermes qui enlèvent successivement plusieurs lames de rhytidome. Depuis MM. Hugo Mohl et Hanstein on distingue :

1° Le rhytidome annulaire (*Ringelborke*), compris entre deux lames de périderme concentriques.

2° Le rhytidome écailleux, compris entre des lames de périderme dont les bords s'appuient sur un périderme précédent.

La formation du périderme primaire au-dessous des fibres libériennes primaires indique le rhytidome annulaire, surtout lorsque les fibres libériennes secondaires sont disposées en zones (1).

a. Rhytidome annulaire. — Je ne veux pas revenir encore une fois, après M. Hanstein, sur les beaux exemples qui ont servi à établir ce type : la Vigne, la Clématite, etc.; je me bornerai à décrire quelques-uns de ceux qui se recommandent encore par d'autres qualités.

Lyonia paniculata (pl. 10, fig. 5). — Le liber de cette Éricacée consiste en couches alternantes de fibres et de liber mou. Les couches de fibres sont fortes de une à trois assises; celles de liber mou de six assises de cellules en moyenne; les cellules des petits rayons médullaires se sclérifient au niveau des fibres libériennes. Le périderme primaire se forme au-dessous des fibres libériennes primaires; puis vient une succession de péridermes qui ne laissent entre eux qu'une, deux ou trois assises d'éléments libériens et divisent une seule couche libérienne, par exemple, en cinq lames de rhytidome.

---

(1) L'étude du rhytidome des plantes exotiques ne peut être qu'incomplète, parce que, d'un côté, les plantes cultivées en serre sont trop précieuses pour être sacrifiées, et que, d'un autre côté, les échantillons des herbiers sont presque toujours beaucoup trop jeunes.

Cette étude ne peut donc se faire que dans des circonstances exceptionnelles : c'est une raison pour ne laisser échapper aucune occasion de ce genre.

Dans le *Coprosma lucida*, le périderme ($n^{\text{ième}}+1$) se forme quelquefois dans la rangée de cellules située immédiatement au-dessous du périderme $n^{\text{ième}}$, de sorte que le rhytidome est réduit à une seule membrane cellulaire.

Les cellules cortico-subéreuses peuvent enfin jouer un rôle très-important dans la décortication. La famille des Rubiacées nous en fournit des exemples très-frappants. Dans le *Serissa fœtida*, l'épiderme de l'écorce primaire, composée d'un collenchyme (2-3 assises) et d'un tissu lâche, tombe par la formation du périderme primaire qui se forme à la limite du liber au-dessus des fibres libériennes. Celles-ci sont en petit nombre, et il ne s'en forme pas de secondaires ; elles manquent même sur de grandes étendues. Le liber mou est très-épaissi et consiste en cellules parenchymateuses fortement ponctuées sur les faces latérales, et en tubes cribreux de structure très-simple. Il se forme ensuite plusieurs lames successives de péridermes secondaires, fournissant chacune à l'intérieur une couche épaisse de quatre assises et plus de cellules cortico-subéreuses qui laissent entre elles de petits méats; la partie externe du liber mou se sclérifie, et le périderme suivant s'établit au-dessous de la zone sclérifiée, de sorte que chaque lame rhytidomatique est formée par une couche de cellules cortico-subéreuses et une couche scléreuse ; les cellules cortico-subéreuses remplacent chaque fois l'écorce primaire.

Le *rhytidome écailleux* de nos arbres a été décrit avec un soin extrême par les deux observateurs allemands que j'ai déjà cités plusieurs fois, MM. Mohl et Hanstein ; dans quelques cas seulement les cellules cortico-subéreuses me paraissent avoir été un peu négligées. Ainsi, on sait que la surface fraîchement dépouillée de l'écorce du *Platanus occidentalis* est d'un vert jaunâtre très-clair ; peu à peu elle devient d'un vert plus foncé grisâtre, et enfin, quand les cellules meurent par suite de la formation d'un nouveau périderme, elle devient brune. M. Hanstein dit que la couleur verte de l'écorce provient de la coloration verte des cellules du périderme : c'est, en effet, ce qui a lieu au commencement ; mais il se forme bientôt, à l'intérieur du suber, des cellules cortico-subéreuses rangées régulièrement en files radiales et tangentielles ; la production du suber proprement dit cesse avant que l'autre commence, et l'activité du phellogène paraît passer ici du type centripète au type centrifuge.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Dans toutes les figures : *ep.* signifie épiderme ; *e. pr.* écorce primaire ; *f.* fibre ; *f. l.* fibre libérienne ; *l. m.* liber mou ; *c.* cambium ; *b.* bois ; *v. p.* vaisseau ponctué ; *p. l.* parenchyme ligneux ; *tr.* trachée ; *v. g.* vaisseau grillagé ou tube cribreux ; *pd.* périderme ; *rh.* rhytidome.

PLANCHE 9.

Fig. 1. Épiderme de la tige de *Pedilanthus Houlletianus.* Presque toutes les cellules se divisent par une, deux, ou même trois cloisons. — *st.*, stomate.

Fig. 2. Épiderme de la tige de *Leycesteria formosa* (pris à la base de la tige). Division de quelques cellules épidermiques par de fines cloisons dirigées dans plusieurs directions (*a*).

Fig. 3. Épiderme de la tige de *Russelia juncea.* Divisions secondaires nombreuses (*a*).

Fig. 4. Coupe longitudinale radiale de l'épiderme de *Russelia juncea.* Les cellules épidermiques se divisent également par des cloisons tangentielles en deux cellules superposées.

Fig. 5. A. Cellules scléreuses de la moelle de *Kadsura japonica,* sur la coupe longitudinale. Les parois de ces cellules renferment des cristaux d'oxalate de chaux.

B. Idem. Coupe transversale.

Fig. 6. Cellule cristalligène de la moelle de *Kigellaria africana.* Le cristal est tenu en place par des prolongements cellulosiens terminés par un petit bouton.

Fig. 7. Cloisons transversales des cellules grillagées de *Broussonetia papyrifera.*

A. Coupe oblique. Réseau cellulosien traversé par les filaments protoplasmiques.

B. Coupe horizontale à travers la cloison (fendue par le couteau). Au centre de chaque maille on aperçoit la coupe du filament protoplasmique.

C. Coupe verticale. On voit le réseau cellulosien recouvert de chaque côté par une masse incolore, qui est elle-même traversée par les filaments protoplasmiques,

Fig. 8. Cellule grillagée striée du *Quercus pedunculata.*

Fig. 9. Cellule cristalligène du liber mou de l'*Hiræa Houlletiana.* Coupe tangentielle. La cellule se divise transversalement et longitudinalement en un système de compartiments dont chacun renferme un petit oursin d'oxalate de chaux.

Fig. 10. Cellules cristalligènes du liber du *Coprosma lucida*, irrégulièrement divisées. Les cristaux ont été dissous dans l'acide chlorhydrique, et les cavités reproduisent exactement les formes des cristaux.

PLANCHE 10.

Fig. 1. Coupe transversale de la partie interne du faisceau fibro-vasculaire du *Goodenia ovata.*

Fig. 2. Coupe transversale du liber intérieur de l'*Ochroma tubiflora.*

Fig. 3. Coupe transversale du bois avec un faisceau libérien du *Chironia linoides.*

Fig. 4. Idem. Coupe radiale.

Fig. 5. Coupe transversale de l'écorce du *Lyonia paniculata.*

PLANCHE 11.

Fig. 1. Coupe transversale de la partie centrale de la tige du *Bryonia dioica*, en automne.

Fig. 2. Coupe transversale de l'écorce et de la partie externe d'une des lames alternativement ligneuses et libériennes de la tige de l'*Hexacentris coccinea.*

ÉTUDES

HISTOLOGIQUES ET HISTOGÉNIQUES

SUR

LES GLANDES FOLIAIRES INTÉRIEURES

ET QUELQUES PRODUCTIONS ANALOGUES

Par M. JOANNES CHATIN.

L'histoire des organes sécréteurs mérite d'être comptée au nombre des questions le plus souvent étudiées et, faut-il l'avouer, le plus incomplétement connues de la physiologie végétale. A diverses époques, des travaux, souvent considérables, ont été publiés sur ce sujet, et cependant, à part quelques détails organographiques groupés dans de nombreux essais de classification, la science ne possède actuellement que des notions bien imparfaites sur le rôle et la structure de ces organes.

L'excuse des botanistes qui ont consacré leurs soins à l'étude des glandes se trouve dans la multiplicité et l'étendue mêmes des questions qui s'y rattachent. Presque tous, en effet, ont voulu les examiner dans leur ensemble, et dès le début de leurs recherches se sont trouvés en présence d'une telle variété de formes extérieures, qu'ils ont dû presque constamment accorder à celles-ci la meilleure partie de leurs observations, au détriment de l'anatomie et de la physiologie ainsi sacrifiées à la morphologie.

Ces considérations m'ont amené à penser qu'il y aurait peut-être quelque intérêt à reprendre l'étude des organes sécréteurs au point de vue de leur constitution intime, dans l'espoir que les notions ainsi fournies sur la structure des glandes végétales pourraient permettre d'en aborder un jour l'étude physiologique avec quelques éléments de succès, et de combler ainsi peut-être une des plus regrettables lacunes de l'histoire des plantes, car nous ne savons actuellement quelle valeur précise attribuer à ces termes de « glandes » et de « sécrétions végétales », que nous devrons peut-être rapporter un jour à de simples phénomènes d'absorption élective (1).

Je comptais, à mon tour, examiner successivement les différents organes indiqués comme glandulaires ; mais dès le début de mes recherches j'ai dû me convaincre que je tomberais infailliblement dans le même écueil que mes devanciers si je ne limitais mes observations à certains types bien définis. J'ai donc dû me borner présentement à l'étude des glandes foliaires et de quelques productions analogues qui seront seules décrites dans cette note.

Plusieurs motifs m'ont guidé dans le choix de ces glandes foliaires qui, sous différents noms (2), ont été depuis longtemps signalées dans un grand nombre de végétaux : situées dans une partie du végétal dont la structure demeure assez constante, il devait être plus aisé de suivre les progrès de leur différenciation ; puis ces glandes ont généralement une constitution assez simple dans leur ensemble pour qu'on pût aisément distinguer les principaux détails de leur structure ; enfin il était presque toujours aisé de pouvoir observer les feuilles aux diverses époques de leur développement, et cette dernière condition était indispensable pour pouvoir poursuivre ces recherches selon la méthode que j'avais cru devoir adopter et dont il me reste à indiquer le principe.

---

(1) Voy. Cl. Bernard, *De la physiologie générale*, p. 284. Paris, 1872.

(2) *Glandes vésiculaires* (Guettard, *Mémoires de l'Académie des sciences*, 1745) : *glandes de chair* (Schrenk, *Von den Nebengefassen der Pflanzen und ihrem Nutzen*, Halle, 1794) ; *glandes déprimées* (Link, *Philos. Bot.*, t. II) ; *glandes intérieures composées* (Meyen, *Ueber die Secretions Organe der Pflanzen*, Berlin, 1837) ; *glandes intérieures* (J. Martinet, *Organes de sécrétion des végétaux,* in *Ann. des sc. nat.*, BOT., Paris, 1872). — On sait que De Candolle et Auguste de Saint-Hilaire refusaient à ces organes le nom de glandes, et les considéraient comme de simples réservoirs d'huile essentielle.

Les recherches dont je résume ici les principaux résultats ayant eu pour objet l'étude d'un groupe d'organes sécréteurs considérés dans leurs éléments constituants, j'ai pensé que pour être assuré d'omettre le moins de faits qu'il me serait possible, il convenait d'examiner ceux-ci non-seulement dans les caractères spéciaux qui les distinguent à l'état parfait, mais encore, et surtout, dans les différentes périodes de leur développement. De nombreux exemples militaient d'ailleurs en faveur d'une semblable méthode, et chacun sait quels progrès considérables elle a permis de réaliser dans l'histoire des organes reproducteurs, etc. Je me suis donc efforcé d'aller constamment du simple au composé, cherchant toujours à examiner les éléments dès que leur différenciation commençait à se manifester d'une manière appréciable.

Nul n'ignore les difficultés que comportent les recherches histologiques, quels soins elles exigent dans leurs détails, avec quelles précautions il convient d'en interpréter les résultats. Les efforts les plus laborieux et les plus incessants ne suffisent pas toujours à leur garantir le succès, aussi me crois-je autorisé à réclamer quelque indulgence pour les imperfections qui pourront se remarquer dans cette note.

CITRUS AURANTIUM.

(Pl. 12, fig. 1-4$^{\text{IV}}$.)

Les nombreux travaux publiés sur la famille des Aurantiacées, ou, plus particulièrement, sur le genre *Citrus*, nous ont fourni de précieux détails sur la nature des glandes du fruit des Orangers, des Citronniers, etc. (1) ; mais les glandes foliaires qui existent chez ces mêmes végétaux ont été généralement beaucoup moins étudiées, et je ne crois pouvoir choisir un meilleur type pour commencer l'étude des différents organes de sécrétion qu'il m'a été donné d'examiner. Il est d'ailleurs facile de se procurer des feuilles de *Citrus Aurantium* à différents âges, et chacun pourra vérifier aisément, et par son observation personnelle, les faits que je vais résumer ici.

---

(1) Risso et Pioteau, *Hist. fam. Orangers*, t. II, p. 24. — Martinet, *Org. sécrét.* (*Ann. sc. nat.*, 5^e série, 1872, vol. XIV, p. 91, etc.).

Sur une très-jeune feuille d'Oranger, feuille mesurant 5 millimètres en longueur, on constate qu'au point où se formera la glande, une cellule du mésophylle prend un développement spécial : d'abord sensiblement polyédrique, elle s'arrondit peu à peu, et revêt ainsi une forme assez régulièrement ovoïde ; en même temps la chlorophylle en disparaît peu à peu, et dès cette époque, pourtant encore bien peu avancée, on peut très-nettement distinguer cette première ébauche de la glande foliaire (1).

Peu après que se sont produits les phénomènes que je viens de décrire, on voit apparaître une cloison qui divise en deux utricules la cellule primordiale de la glande ; cette division se répète de façon à constituer un ensemble de quatre cellules à parois minces, à contour sinueux, et que leur teinte pâle fait aisément distinguer des éléments voisins (2).

La glande existe donc déjà, non plus représentée par une cellule unique, mais par un tissu propre, et cependant la feuille qui la porte mesure à peine un centimètre de longueur. Ce détail suffit à montrer combien il est indispensable de remonter aux premiers âges, si l'on veut se faire une idée suffisamment exacte de la structure et du développement de ces parties.

Souvent, dès cette époque, on voit apparaître, dans l'intérieur des cellules glandulaires, de petites gouttelettes oléagineuses, et, dans quelques cas, d'ailleurs fort rares chez le *Citrus Aurantium*, la glande s'arrête à cet état quadricellulaire. Mais, en général, la division cellulaire se poursuit, et l'on voit ainsi la glande comprendre successivement 8, 16, 32,..., *n* cellules. L'organe est alors arrivé à son état parfait (3) : au point de vue anatomique, il a atteint son complet développement ; au point de vue physiologique, ses éléments ont également fonctionné selon le rôle qui leur était assigné, et les gouttelettes oléorésineuses qu'ils renferment, et qui présentent leurs réactions caractéristiques, montrent que le produit de sécrétion s'y est convenablement élaboré. Il ne reste donc plus qu'à mettre ce produit en liberté ; une nouvelle série de phénomènes va assurer ce dernier acte de la vie de la glande.

---

(1) Pl. 12, fig. 1 *c*.
(2) Pl. 12, fig. 1^{I}.
(3) Pl. 12 fig. 1^{IV}.

Les cellules du centre de l'organe ne tardent pas à se rompre, leurs parois disparaissent, et durant un certain temps la glande n'est plus composée que de quelques assises de cellules périphériques riches en globules oléagineux et circonscrivant une cavité centrale dans laquelle se rassemblent ceux de ces mêmes globules que la résorption cellulaire met successivement en liberté (1). Cette résorption s'étend d'ailleurs aux éléments périphériques, et bientôt la place où s'était formée la glande, où elle a vécu et fonctionné, n'est plus représentée que par ce réservoir rempli d'huile essentielle. La feuille mesure alors de 3 à 4 centimètres de longueur.

Telle est l'évolution d'une glande foliaire du *Citrus Aurantium*, considérée isolément et suivie dans les modifications subies par les éléments propres de la glande. Si, se plaçant à un autre point de vue, on se propose d'étudier le développement comparé des différentes glandes portées sur une même feuille, on constatera quelques nouvelles particularités entre lesquelles je signalerai les suivantes. Les glandes du bord de la feuille se développent les premières, et forment ainsi, à cet appendice, une sorte de cadre marginal facile à distinguer lorsqu'on regarde la feuille par transparence. Combinant cette observation avec les notions fournies précédemment, on peut aisément s'expliquer comment, sur une même feuille, les glandes de la périphérie auront déjà subi une résorption à peu près totale, tandis que les glandes situées vers le milieu de la feuille seront encore constituées par une masse cellulaire continue, et dont les éléments seront plus ou moins riches en granules oléagineux. Sur une feuille observée à un état encore moins avancé, les premières pourront ainsi être constituées par huit cellules, tandis que les glandes du centre seront encore unicellulaires, etc. Enfin, au point de vue des rapports qui peuvent exister entre la glande et les autres tissus de la feuille, signalons son voisinage très-fréquent des faisceaux fibro-vasculaires ou de leurs divisions, disposition que nous retrouverons dans la généralité des glandes foliaires, et dont il y aura lieu de rechercher la signification fonctionnelle lorsqu'on cherchera à établir le rôle physiologique de ces organes.

---

(1) Pl. 12, fig. 1v.

HYPERICUM PERFORATUM.

(Pl. 12, fig. 4-4$^{\text{IV}}$.)

Les glandes du Millepertuis, si souvent étudiées au point de vue taxinomique (1), présentent, lorsqu'on les examine dans leur structure et leur développement, les mêmes caractères généraux que les glandes foliaires précédemment étudiées. C'est vers le milieu du mésophylle, à peu près à égale distance des deux épidermes, que se montre généralement la première cellule de la glande ; elle ne tarde pas à se diviser, et bientôt on a sous les yeux une glande composée de quatre cellules (2). Il convient de remarquer que l'oléorésine apparaît ici beaucoup plus tôt que dans certaines plantes précédemment étudiées, et souvent, dès les premiers âges de l'organe, on en voit quelques gouttelettes (3). La glande ne comprend d'ailleurs jamais un bien grand nombre de cellules, et ces dernières ne tardent pas à se résorber du centre vers la périphérie (4) ; on voit ainsi se former de bonne heure le petit réservoir à huile essentielle (1). Chacun sait avec quelle abondance ces petites lacunes se rencontrent dans la feuille du Millepertuis, auquel elles ont valu son nom vulgaire; rarement les gouttelettes oléorésineuses y demeurent séparées, et presque toujours elles s'y rassemblent en globules assez volumineux (2) et de teinte variable.

---

(1) On sait qu'à l'exemple de Lamarck, plusieurs botanistes modernes ont eu recours aux caractères fournis par les glandes des *Hypericum* pour établir une division méthodique entre ses nombreuses espèces (Ventenat, *Jard. de Cels*, 58$^{\text{e}}$ tableau ; A. Richard, *Tentamen Floræ abyssinicæ*, t. I, p. 95, etc.). — Plus récemment, M. le professeur Clos a repris l'étude de ces glandes considérées sous le rapport taxinomique, et l'a poursuivie dans ses principaux détails (D. Clos, *Des glandes dans le genre* HYPERICUM, in *Acad. des sc., inscriptions et belles-lettres de Toulouse*, 6$^{\text{e}}$ série, 1868, t. VI, p. 257).

(2) Pl. 12, fig. 4, 4$^{\text{I}}$.

(3) *Ibid.*

(4) Pl. 12, fig. 4$^{\text{II}}$.

RUTA ANGUSTIFOLIA.

(Pl. 12, fig. 2-2^{IV}.)

Dans plusieurs espèces du genre *Ruta*, on observe des glandes foliaires riches en huile essentielle de couleur jaune verdâtre; mais les éléments sécréteurs ne sont pas limités à ces parties de la plante, et l'on observe parfois, sur la tige et les rameaux, des productions qui, par leur structure et leur développement, méritent d'en être rapprochées. Le *Ruta angustifolia* est particulièrement remarquable à ce point de vue, et sa richesse en glandes foliaires, pétiolaires et caulinaires m'a déterminé à le prendre comme sujet des études dont je vais résumer les conclusions principales.

1. *Glandes foliaires.* — Ces glandes présentent dans leur développement les mêmes caractères généraux que nous a révélés l'examen des glandes foliaires de l'Oranger (3), suivies aux différentes périodes de leur développement. D'abord unicellulaires, elles arrivent rapidement à constituer un ensemble cellulaire continu (4); mais les choses demeurent peu dans cet état : les cloisons des cellules centrales se déchirent, disparaissent, et bientôt il ne reste plus, à la place qu'elles occupaient, qu'un vide rempli de granules oléorésineux (5).

Glandes des pétioles, des rameaux et des tiges. — Sur une jeune tige mesurant 2 à 3 millimètres de diamètre, on peut aisément constater, en s'aidant d'un faible grossissement (25/1), qu'en certains endroits sa surface se trouve comme soulevée de dedans en dehors ; si l'on pratique une coupe transversale passant par un de ces points, et qu'on l'observe sous un grossissement de 300 à 500 diamètres, on constatera qu'il y existe une production interne qui, par son développement et sa structure, se rattache étroitement aux glandes qui viennent d'être décrites dans la feuille.

---

(1) Pl. 12, fig. 4_{III}, 4_{IV}.

(2) *Ibid.*

(3) Il faut toutefois noter que la résorption cellulaire s'effectue plus promptement que chez le *Citrus Aurantium*.

(4) Pl. 12, fig. 2.

(5) Pl. 12, fig. 2_{I}.

D'abord, à peine indiquée par une cellule qui a subi la différenciation indiquée plus haut, cette production se trouve bientôt représentée par une masse plus ou moins nombreuse de cellules qui pressent les cellules épidermiques vers l'extérieur et déterminent ainsi la saillie qui vient d'être mentionnée (1). Bientôt les cellules du centre disparaissent, et grâce aux progrès de cette résorption utriculaire, on voit bientôt le centre de la glande occupé par une lacune riche en oléorésine (2).

Il convient de noter que, sur les pétioles et les rameaux, comme sur les feuilles, les cellules glandulaires se trouvent à peu près constamment séparées des éléments épidermiques par une assise de cellules généralement chlorophylliennes.

DIOSMA ALBA.

(Pl. 12, fig. 3-3$^{\text{IV}}$.)

Un certain nombre de Diosmées sont employées en thérapeutique en raison des nombreuses glandes oléifères dont sont parsemées leurs feuilles : tels sont les *Barosma crenata*, *crenulata*, *serratifolia* et *betulina*, que les Hottentots employaient sous le nom de « Bucco ou Buchu », et qui, depuis un certain nombre d'années, ont pris place dans notre matière médicale (3). Aussi ai-je pensé qu'il y aurait intérêt à ne pas laisser ce groupe en dehors des études que je résume ici ; les circonstances m'ont obligé malheureusement à limiter mes recherches au *Diosma*

---

(1) Pl. 12, fig. 2$_{\text{III}}$.

(2) Pl. 12, fig. 2$^{\text{IV}}$.

(3) G. Planchon, *Traité pratique de la détermination des drogues simples d'origine végétale*. Paris, 1874, t. I, p. 161, fig. 77 et suiv.

alba, dont les glandes foliaires m'ont présenté les caractères suivants.

Dans les diverses espèces de *Barosma* que j'énumérais plus haut, les plus volumineuses des glandes foliaires se trouvent vers le bord de la feuille ; chez le *Diosma alba*, c'est au contraire sur les flancs de la nervure médiane que ces productions acquièrent le plus grand développement ; quant à leur évolution et à leur structure, elles sont entièrement comparables à ce que nous avons vu dans les types précédents.

En un point du parenchyme se différencie la cellule primordiale, puis des divisions successives amènent la glande à former un ensemble cellulaire de plus en plus complexe (1). Mais il convient de remarquer que cet ensemble est loin d'atteindre le degré de complication qui nous a été offert chez diverses plantes ; bien souvent les glandes foliaires du *Diosma* ne dépassent pas le nombre de huit cellules, parfois même elles s'arrêtent au chiffre de quatre cellules. Mais leur fin dernière est exactement comparable à ce qu'elle est dans la totalité des plantes étudiées ici, et c'est toujours grâce à une résorption cellulaire progressive que l'oléorésine se trouve mise en liberté.

Dans le *Diosma alba*, c'est encore presque constamment auprès des nervures qu'on rencontre les glandes foliaires, et les coupes pratiquées à travers la feuille montrent ainsi ces productions dans le voisinage des faisceaux fibro-vasculaires (2).

TÉRÉBINTHACÉES.

SCHINUS MOLLE.

(Pl. 13.)

Dans le *Schinus Molle*, les feuilles présentent une complication remarquable dans le nombre et la nature de leurs organes sécréteurs ; aux glandes proprement dites se trouvent annexés de véritables canaux oléifères, et ces productions s'observant sur le pétiole aussi bien que dans le limbe, et se retrouvant également dans la tige, je crois devoir les étudier dans ces diverses parties.

---

(1) Pl. 12, fig. 3, 3^{I}, 3_{II}.

(2) Pl. 12, fig. 3^{I}, 3^{III}, 3^{IV}.

1. *Glandes foliaires.* — Dans l'épaisseur du mésophylle, généralement dans le parenchyme rameux ou arrondi, se forment des glandes qui se développent selon le mode indiqué précédemment : même multiplication cellulaire suivie de la même résorption progressive (1) ; mais ces glandes n'entrent que pour une faible part dans la production de l'huile essentielle que contiennent ces feuilles, et qui se forme principalement dans les canaux oléorésinifères.

2. *Canaux oléorésinifères.* — Ces canaux s'observant non-seulement sur les feuilles (2), mais encore dans les rameaux, les pétioles et les tiges, il est préférable de les étudier, au point de vue histologique, dans ces dernières parties où l'on peut mieux suivre les progrès de leur développement. Au point où se formera un de ces canaux, on voit s'opérer une multiplication cellulaire analogue à celle qui a été signalée dans les glandes foliaires (3) ; les cellules ainsi différenciées augmentent rapidement en nombre et en volume ; de bonne heure les plus centrales se désagrégent, et forment ainsi une cavité intérieure dans laquelle se rassemblent des gouttelettes d'huile essentielle (4). Mais ces phénomènes ne se sont pas limités à une faible épaisseur comme dans les glandes ordinaires ; ils se sont au contraire répétés sur une assez longue étendue, et sur la coupe verticale on voit ainsi se former un canal rempli d'huile essentielle et limité par des cellules spéciales mesurant alors $0^{\text{mm}},02$ en diamètre (5).

A mesure que la tige grandit, la résorption de ces cellules s'effectue plus complétement, et de bonne heure on ne voit plus, sur la tige ou le pétiole, que des canaux remplis d'huile essentielle et dont les utricules ont disparu plus ou moins complétement (1). On voit que selon qu'on étudiera ces canaux aux différentes périodes de leur développement, on pourra aisément constater l'existence de leurs cellules propres, ou au contraire ne plus trouver trace de ces éléments, et admettre ainsi des hypothèses bien différentes pour expliquer leur origine et leur mode de formation.

---

(1) Pl. 13, fig. 1 et 1^{I}.
(2) Pl. 13, fig. 1_{II} *c*, *c*.
(3) Pl. 13, fig. 2, 2^{I}.
(4) Pl. 13, fig. 2^{II}, 2_{III}, 2^{IV}.
(5) Pl. 13, fig. 2^{IV}.

MYRTACÉES.

Myrtus communis.

(Pl. 14, fig. 1-1^{IV}.)

Les feuilles du *Myrtus communis* présentent des glandes intérieures assez nombreuses, et dont l'étude histologique et histogénique révèle des particularités analogues à celles qui ont été indiquées pour les plantes étudiées précédemment : une cellule, généralement située dans le parenchyme mûriforme, marque de bonne heure le point où apparaîtra la glande (2); une multiplication par division s'opérant, on a bientôt sous les yeux une glande formée de 2, puis de 4 cellules (3); celles-ci augmentent encore en nombre, tandis que les globules oléorésineux se montrent dans leur intérieur (4). Enfin, la glande étant parvenue à son état de complet développement, les cellules centrales se désagrégent et disparaissent (5); les autres persistent encore durant quelque temps, puis se rompent, mettant en liberté l'oléorésine qu'elles renfermaient, et la glande n'est plus dès lors représentée que par une lacune plus ou moins grande, généralement arrondie et renfermant un certain nombre de globules d'huile essentielle (6).

Les glandes foliaires du *Myrtus communis* se développent généralement dans le voisinage des nervures; une assise de cellules chlorophylliennes les sépare presque constamment de l'épiderme (1). Au sujet des relations qui peuvent exister entre la glande et les éléments voisins, je ferai remarquer que, dans les *Myrtus* comme dans diverses autres plantes, la formation de l'organe sécréteur semble exercer une action modificatrice sur les cellules ambiantes ; souvent celles-ci offrent une apparence spéciale dans l'état de leur paroi ou de leur contenu ; parfois aussi leur forme semble se modifier, et, de la sorte, elles paraissent former comme un revêtement propre à l'organe glandulaire (2).

---

(1) Pl. 13, fig. 3^{I}, 4^{I}, 4^{II}. — Ce produit de sécrétion est employé par les médecins péruviens sous le nom de *résine du Molle*. — (2) Pl. 14, fig. 1. — (3) Pl. 14, fig. 1^{I}. — (4) Pl. 14, fig. 1^{II}. — (5) Pl. 14, fig. 1^{III}. — (6) Pl. 14, fig. 1^{IV}.

EUCALYPTUS RESDONI.

(Pl. 14, fig. 2-6$^{\text{IV}}$.)

On sait que les feuilles des différentes espèces du genre *Eucalyptus* sont généralement riches en glandes produisant l'huile essentielle qui détermine les différents usages de ces plantes.

Ces organes sécréteurs ne sont d'ailleurs pas toujours limités aux feuilles, et, dans certaines espèces, on retrouve, sur les pétioles, les rameaux ou les tiges, des productions analogues. L'*Eucalyptus Resdoni* Muell. est singulièrement remarquable sous ce rapport, aussi ai-je cru devoir m'attacher tout spécialement à en étudier les diverses glandes.

1. *Glandes foliaires*. — D'une cellule placée à quelque distance de l'épiderme, mais rarement en contiguïté avec ce dernier (3), procède, par une différenciation semblable à celle qui a été signalée précédemment, une glande composée successivement de 2, 4,..., *n* cellules (4). Les gouttelettes d'huile essentielle apparaissent bientôt ; puis la résorption cellulaire s'opère, laissant une cavité dans laquelle se rassemblent ces gouttelettes (5). Le développement de la glande se présente donc ici avec les mêmes caractères que dans les plantes étudiées précédemment ; mais je dois faire remarquer combien est prompte la formation de l'oléorésine : parfois la glande n'est encore formée que de

---

(1) Pl. 14, fig. 1, 1_{I}, 1^{II}, 1^{III}, 1^{IV}. — (2) Pl. 14, fig. 1^{III}. — (3) Pl. 14, fig. 2. — (4) Pl. 14, fig. 2^{I}, 2^{II}, 2. — (5) Pl. 14, fig. 2.

deux cellules, lorsque s'y montrent les premiers de ces globules (1).

2. *Glandes caulinaires.* — A la surface de la tige et des rameaux de l'*Eucalyptus Resdoni* on voit des sortes d'excroissances verruqueuses rougeâtres et mesurant de un à plusieurs millimètres de diamètre sur un individu haut de 1^{m},50, et le plus grand que j'aie pu observer. A première vue, on serait tenté de les rapprocher des lenticelles ou des autres productions analogues, tandis que ce sont en réalité de véritables glandes, comme le montrent l'examen de leur structure et l'étude de leur développement.

Si l'on pratique une coupe transversale passant par une de ces excroissances, et qu'on l'examine sous un grossissement de 300 à 400 diamètres, on constate qu'elle consiste simplement en une cavité renfermant de nombreuses gouttelettes oléorésineuses. Sur une semblable section transversale cette lacune se présente comme arrondie, et sur la coupe longitudinale on constate qu'elle ne s'étend pas de façon à représenter un canal ; en résumé, ses dimensions sont sensiblement égales dans ces deux directions, et sa forme semble correspondre assez bien à celle d'un ellipsoïde. Comment se forme ce réservoir? Les détails suivants vont nous montrer les phases principales de son développement.

Si l'on examine une très-jeune tige à son extrémité terminale, c'est-à-dire vers le point où l'on peut être assuré de trouver les tissus les plus jeunes et les moins différenciés, on voit une cellule grandir, se décolorer et revêtir tous les caractères que nous avons reconnus à la cellule primordiale des glandes foliaires (2) ; cette cellule se divise bientôt selon le mode habituel, et la tige est encore peu développée, qu'on voit les glandes soulever l'épiderme et déterminer ainsi des saillies extérieures fort appréciables (3). On constate que ces glandes comprennent alors un nombre assez considérable de cellules propres et renferment déjà quelques granules oléorésineux (4). Puis les saillies s'accentuent davantage (1), tandis que les cellules propres augmentent en nombre et en volume, et que les globules oléorésineux grossissent rapidement (2).

---

(1) Pl. 14, fig. 2^{II}. — (2) Pl. 14, fig. 3^{I}. — (3) Pl. 14, fig. 4. — (4) Pl. 14, fig. 4^{I}.

La tige grandit encore, et ses saillies glandulaires deviennent de plus en plus volumineuses (3) ; les cellules propres se sont en grande partie résorbées, et l'huile essentielle se rassemble dans la cavité que nous signalions au début de cette description et que nous retrouvons avec les caractères indiqués plus haut, soit que nous considérions la coupe transversale (4), ou que nous examinions au contraire la coupe longitudinale (5).

D'une façon générale, ces productions verrucoïdes de l'*E. Resdoni* sont d'autant moins développées que le rameau est plus jeune ; elles sont très-nombreuses sur les pétioles, particularité que l'on peut rapprocher de leur situation dans le limbe foliaire, où on les rencontre toujours dans le voisinage des nervures. On voit donc qu'ici, conformément aux observations de M. Trécul, le pétiole se montre formé par une portion de l'axe se déviant complétement non-seulement avec ses tissus èssentiels, mais aussi avec ses productions secondaires.

EUCALYPTUS GLOBULUS.

(Pl. 14, fig. 7-7II.)

Chez cette espèce, dont les feuilles sont si fréquemment employées dans la thérapeutique contemporaine, en raison de l'abondante sécrétion de leurs glandes intérieures, on voit ces organes présenter dans leur développement des caractères analogues à ceux que nous avons reconnus chez l'*E. Resdoni* (6).

Quant aux glandes caulinaires, j'ai pu les observer fréquemment sur de jeunes individus hauts de 1 à 2 mètres. Ces productions se constituaient de la même manière que dans l'espèce précédemment indiquée, mais leur volume était moindre, et jamais je ne leur ai trouvé la coloration rougeâtre qui permet de les reconnaître si aisément chez l'*Eucalyptus Resdoni*.

---

(1) Pl. 14, fig. 5. — (2) Pl. 14, fig. 5I. — (3) Pl. 14, fig. 6. — (4) Pl. 14, fig. 6I. — (5) Pl. 14, fig. 6II. — (6) Pl. 14, fig. 7, 7II.

EUCALYPTUS CORIACEA. — EUCALYPTUS COCCIFERA.

Ayant eu à ma disposition de très-jeunes individus de ces espèces, récemment donnés par le Muséum d'histoire naturelle à l'École supérieure de pharmacie, chez tous j'ai pu constater la présence de glandes caulinaires en tout comparables à celles des *E. Resdoni* et *Globulus;* elles présentaient, avec la plus grande netteté, la coloration rouge que j'ai signalée dans le premier de ces deux types.

PSIDIUM MONTANUM.

(Pl. 15, fig. 1-1$^{\text{iv}}$.)

Le *Psidium montanum*, comme certaines espèces de *Ruta*, de *Schinus* et d'*Eucalyptus*, offre une grande abondance d'organes sécréteurs; en dehors des glandes foliaires, il existe en effet des productions réparties à la surface des rameaux et des tiges, productions que les observations histologiques et histogéniques obligent à ranger, comme dans ces plantes, parmi les organes glandulaires.

1. *Glandes foliaires.* — D'abord unicellulaires, elles ne tardent pas à comprendre 4 cellules (1); puis le nombre de leurs éléments augmente rapidement, et la glande arrive presque constamment au contact de l'épiderme (2); la résorption cellulaire s'y produit du centre à la périphérie, selon le mode indiqué, et bientôt on ne voit plus qu'une cavité renfermant des globules, généralement assez volumineux, d'oléorésine (3).

2. *Productions glandulaires de la tige et des rameaux.* — Lorsqu'on examine une tige ou un rameau de *Psidium montanum*, on constate qu'en certains points l'épiderme semble comme repoussé de dedans en dehors; une coupe pratiquée

---

(1) Pl. 15, fig. 1. — (2) Pl. 15, fig. 1$^{\text{i}}$, 1$^{\text{ii}}$. — (3) Pl. 15, fig. 1$^{\text{iii}}$.

à travers l'une de ces productions verruqueuses la montre comme réduite à une cavité oléorésinifère ; mais, si l'on suit le développement de cette partie, on voit qu'il est entièrement comparable à celui d'une glande foliaire : même multiplication de cellules par division, même production d'oléorésine dans l'intérieur de ces éléments; puis, enfin, même destruction de ces cellules rendant libres les gouttelettes oléagineuses et produisant ainsi l'apparence signalée plus haut (1).

LAURINÉES.

(Pl. 15, fig. 2-4$^{\text{II}}$.)

Dans les Laurinées, et particulièrement dans les *Laurus*, nous voyons les glandes foliaires se constituer selon le mode général indiqué pour les plantes précédemment étudiées, mais offrir parfois des particularités remarquables et qui semblent rapprocher ces parties du type lacunaire, auquel certains observateurs semblent enclins à rapporter la plupart des glandes végétales. Quelques exemples tirés des *Laurus nobilis*, *L. Camphora* et *L. Benzoin*, vont d'ailleurs expliquer cette proposition, en même temps qu'ils mettront en évidence les divers détails du développement de ces parties.

1. *L. nobilis*. — Le mésophylle comprend, comme dans la plupart des Dicotylédones, deux formes bien distinctes de parenchymes : le parenchyme rameux et le parenchyme mûriforme ou en palissade. Or, c'est presque constamment dans le premier que se forment ici les glandes foliaires.

Une des cellules de ce parenchyme prend un développement particulier et acquiert la forme d'un ovoïde allongé (2) ; la chlorophylle en disparaît progressivement, et l'on ne tarde pas à y observer des gouttelettes oléagineuses. Ces phénomènes ne se limitent généralement pas à une seule cellule, mais se reproduisent, au contraire, soit dans la cellule immédiatement voisine, soit dans d'autres utricules peu éloignés (3). Les parois cellulaires, ou, dans ce dernier cas, les éléments interposés, ne tardent pas à disparaître, et l'on n'a bientôt plus qu'une sorte de lacune remplie d'huile essentielle (1).

---

(1) Pl. 15, fig. 1$^{\text{IV}}$. — (2) Pl. 15, fig. 2, *c* et *c*$^{\text{I}}$. — (3) Pl. 15, fig. 2.

2. *L. Benzoin.* — Les phénomènes qui viennent d'être décrits dans le *L. nobilis* se retrouvent sensiblement dans leurs traits généraux chez le *L. Benzoin*, mais les cellules du parenchyme rameux y concourent plus souvent à la formation des glandes foliaires (2) ; en outre, l'absence de tissu cellulaire est parfois moins complète, et l'on peut ainsi voir des cellules en palissade réduites aux deux tiers de leur volume habituel, sans pourtant disparaître complétement (3). Dans cette espèce, d'ailleurs, comme dans les autres types voisins, il semble que les phénomènes qui se passent dans la cellule sécrétante aient un retentissement spécial sur les éléments voisins, retentissement qui amène chez ceux-ci diverses modifications : parfois, comme nous venons de le voir, il en amène la résorption ; dans d'autres cas il y détermine la rétraction partielle de la paroi, la contraction du protoplasma, ou bien encore des changements de forme qui feraient croire à l'existence d'une sorte de revêtement cellulaire ainsi constitué à la glande par les éléments voisins ; mais le fait est loin d'être constant, et ce n'est que bien rarement, on le conçoit, que ces phénomènes se traduiront par des modifications morphologiques absolument comparables.

3. *L. Camphora* (4). — Dans le *Laurus Camphora*, nous voyons encore les glandes foliaires se développer de la même manière que chez les deux espèces précédentes, et l'on remarque que les deux types de parenchyme y prennent également part à la formation de ces organes, qu'on retrouve ainsi à divers niveaux dans l'épaisseur du parenchyme foliaire. La formation des cellules sécrétantes détermine d'ailleurs les mêmes modifications dans les éléments voisins.

Ces détails montrent que les Laurinées constituent un type remarquable au point de vue du développement et de la constitution de leurs glandes foliaires, puisqu'elles nous offrent, au lieu de ces organes à structure compliquée et formés souvent par un véritable tissu propre, des glandes unicellulaires ; l'organe sécréteur semble donc s'y arrêter, d'une manière permanente, à la forme qui, chez les autres plantes étudiées, caractérise son premier état de développement. Cette particularité semble devoir s'observer également dans divers groupes voisins, car les « vésicules à essence », étudiées à leur état de complet développement par M. Claude Verne dans diverses Monimiacées (*Peumus Boldus*, *Hedycaria dentata*, etc.), offrent une assez grande ressemblance avec les glandes des *Laurus* pour qu'on soit porté à admettre que leur mode de formation soit dû au même phénomène (1).

---

(1) Pl. 15, fig. 2^{I}, 2^{II}, 2^{III}. — (2) Pl. 15, fig. 3. — (3) Pl. 15, fig. 3^{I}. — (4) Pl. 15, fig. 4, 4^{I}, 4^{II}.

CONCLUSIONS.

Les résultats fournis par l'examen histologique et histogénique des glandes foliaires peuvent se résumer dans les propositions suivantes :

I. Dans les différentes familles étudiées, c'est constamment dans le mésophylle que se forment les glandes foliaires intérieures.

II. Primitivement unicellulaires, ces glandes ne tardent pas à être le siége d'une multiplication par division, qui, dans la plupart des cas, augmente rapidement le nombre de ses éléments propres (2).

---

(1) Cl. Verne, *Étude sur le Boldo* (*Thèse à l'École supérieure de pharmacie de Paris*, 1874, p. 13, fig. 1-2).

(2) Ce mode de formation et de fonctionnement des glandes foliaires intérieures offre la plus grande analogie avec les phénomènes qui déterminent la production de la gomme sécrétée, et dont nous connaissons aujourd'hui les moindres détails, grâce aux recherches de M. Trécul. Dans les plantes qui renferment de semblables matières gommeuses, on observe, en effet, « qu'il y a » formation de cellules spéciales, sécrétion de plasma gommeux qui vit et végète à la » façon du plasma des cellules ordinaires, et ensuite liquéfaction de ces cellules. » Le mucilage remplit alors une cavité provenant de la destruction des cellules » gommeuses initiales. » (Voy. Trécul, *l'Institut*, 1862, p. 314 et suiv.; *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1868, t. LXVI, p. 575, et 1875, t. LXXXI, p. 504-505). — Se plaçant à un autre point de vue, on pourrait rechercher

III. Les produits de sécrétion se forment dans les cellules glandulaires ainsi différenciées.

IV. Lorsque la glande a atteint son état parfait, on voit s'y produire des phénomènes de résorption cellulaire qui s'étendent du centre vers la périphérie, et déterminent ainsi la formation d'un réservoir dans lequel s'amasse le produit élaboré par les cellules glandulaires.

V. Les glandes foliaires se rencontrent le plus souvent dans le voisinage des faisceaux fibro-vasculaires ou de leurs divisions.

VI. Dans certaines des plantes étudiées (*Eucalyptus*, *Psidium montanum*, *Ruta angustifolia*, etc.), des glandes complétement semblables aux précédentes, soit dans leur développement, soit dans leur structure ou leurs produits, se forment sur les pétioles, les rameaux ou les tiges; parfois même (*Schinus Molle*) il se forme ainsi de véritables canaux sécréteurs.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 12.

CITRUS AURANTIUM. — RUTA ANGUSTIFOLIA. — DIOSMA ALBA. — HYPERICUM PERFORATUM.

Fig. 1-1$^{\mathrm{V}}$. *Citrus Aurantium.*

1. Première phase de la formation d'une glande foliaire : la cellule primordiale *c* se différenciant des éléments voisins.

1$^{\mathrm{II}}$ et 1$^{\mathrm{III}}$. Le tissu glandulaire se forme par division.

quelles analogies ou quelles dissemblances ces productions présentent avec les glandes animales ? Mais de telles conclusions ne sauraient être formulées que lorsque nous connaîtrons plus complétement l'histoire anatomique et physiologique des organes sécréteurs des plantes ; aussi ne peut-on même les indiquer actuellement qu'en faisant les plus expresses réserves. Non-seulement il est indispensable que nous examinions ces divers organes dans leur développement et leur structure, mais il faut également que nous apprenions à connaître mieux qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, la composition immédiate et anatomique de leurs produits ; que nous recherchions si, dans toutes les glandes, ceux-ci s'élaborent de la même manière; quelles conditions président à l'apport de leurs éléments constitutifs, etc. Ceci revient à déterminer les caractères et les relations de l'agent et de l'acte sécréteurs ; mais on sent que nous ne pourrons y parvenir qu'en entreprenant de nombreuses recherches dirigées selon les vrais principes de la physiologie générale : gardons-nous donc, jusqu'à ce moment, de généralisations et de comparaisons qui seraient sans profit pour la science.

1_{IV}. Les cellules glandulaires augmentent en nombre, en même temps les premières gouttelettes oléorésineuses apparaissent dans leur intérieur ; *ep. s*, épiderme supérieur ; *ep. i*, épiderme inférieur ; *g*, glande foliaire ; *fv*, faisceau fibro-vasculaire.

1^{V}. La glande arrivée à son état parfait a déjà subi presque totalement la résorption cellulaire à laquelle est due la formation d'un vide central *v* dans lequel se voient de nombreux granules oléorésineux ; *c*, cellules de la glande non encore disparues ; les autres lettres correspondent aux mêmes tissus qu'en 1^{III}.

Fig. 2-2^{IV}. *Ruta angustifolia.*

2. Coupe d'une feuille montrant une glande foliaire *g* à l'état parfait et constituée par un ensemble glandulaire continu.

2^{I}. Coupe d'une feuille dans laquelle on voit une glande *g* dont les cellules constituantes ont totalement disparu, laissant seulement un vide rempli d'oléorésine.

2_{II}. Coupe d'une jeune tige de grosseur naturelle en *a*, grossie 23 fois en *b ; g*, production soulevant l'épiderme et dont la nature glandulaire se trouve établie par les figures suivantes.

2_{III}. Coupe d'une jeune tige montrant la même production constituée par un groupe de cellules oléorésineuses : *ep*, épiderme ; *eh*, enveloppe herbacée ; *g*, glande ; *pa*, parenchyme cortical ; *fv*, faisceau fibro-vasculaire ; *m*, moel

2^{IV}. Tige plus âgée et dans laquelle la glande se trouve réduite, par résorption cellulaire progressive, à une lacune dans laquelle on voit plusieurs granules oléorésineux ; les mêmes lettres correspondent aux mêmes tissus.

Fig. *a*, *b*, *c*, 3-3_{IV}. *Diosma alba.*

a, Coupe horizontale du limbe passant par les deux séries de glandes (*g g*) situées sur les côtés de la nervure médiane (*n*).

b, Coupe horizontale passant par les deux séries de glandes (*g' g'*) qui suivent les bords du limbe.

c, Coupe oblique passant par une des séries glandulaires (*g*) voisines de la nervure médiane, et par une des séries marginales (*g'*).

3, 3^{I}, 3^{II}. Glande foliaire vue à différentes périodes de la multiplication de ses éléments.

3^{III}. Glande dont les cellules sont en partie résorbées ; un grand nombre de gouttelettes oléorésineuses se voient dans la cavité ainsi formée.

3^{IV}. Glande dont la résorption est presque totale.

Fig. 4-4^{IV}. *Hypericum perforatum.*

4, 4^{I}. Premiers états d'une glande foliaire dont les cellules renferment cependant déjà quelques gouttelettes oléorésineuses.

4_{II}. Glande commençant à subir la résorption cellulaire et offrant déjà un vide central avec oléorésine.

4^{III}. Glande réduite à une cavité avec nombreuses petites gouttelettes oléorésineuses.

4_{IV}. Glande observée vers la même période, mais où l'oléorésine s'est rassemblée en un seul globule volumineux.

PLANCHE 13.

SCHINUS MOLLE.

Fig. 1. Coupe montrant une glande foliaire dans laquelle subsistent encore quelques cellules périphériques.

1^{I}. Glande foliaire ayant subi une résorption totale de ses éléments ; de nombreux globules oléorésineux se voient dans le réservoir ainsi formé.

1^{II}. Coupe du limbe foliaire : *n*, nervure principale ; *n'*, nervures secondaires ; *c*, *c*, canaux oléorésinifères.

Fig. 2-2^{V}. Développement d'un canal oléorésinifère.

2, 2^{I}. Premières périodes de la formation des cellules propres.

2^{II}. Une cavité centrale se produit.

2^{III}. De nombreuses gouttelettes d'huile essentielle se rassemblent dans cette cavité.

2^{IV}. Coupe transversale d'un canal oléorésinifère encore limité par ses cellules propres.

2^{V}. Coupe longitudinale du canal précédent.

Fig. 3-3^{I}. Jeune tige.

3. Coupe transversale, de grandeur naturelle en *a*, grossie en *b* : *c*, *c*, canaux oléorésinifères.

3^{I}. Coupe d'un de ces canaux ayant subi presque totalement la résorption cellulaire.

Fig. A, 4-4^{II}. Pétiole commun.

A. Coupe longitudinale : *c*, *c*, canaux oléorésinifères.

4. Coupe transversale d'un segment de A, de grandeur naturelle en *a*, grossie 24 fois en *b* : *c*, *c*, canaux oléorésinifères.

4^{I}. Segment de 4 montrant un canal (*c*) dont les cellules propres sont en voie de résorption.

4^{II}. Coupe longitudinale de 4^{I}; *c*, canal oléorésinifère.

PLANCHE 14.

MYRTUS COMMUNIS. — EUCALYPTUS RESDONI. — EUCALYPTUS GLOBULUS.

Fig. 1-1^{IV}. *Myrtus communis*.

1. Premier état d'une glande foliaire encore unicellulaire.

1^{I}. Glande prise à un état plus avancé et formée de quatre cellules.

1^{II}. Glande formée de plusieurs cellules renfermant de l'oléorésine, et dont quelques-unes commencent à présenter une dissociation de leurs parois.

1^{III}. Le phénomène qui commençait à s'ébaucher en 1^{II} s'étant accentué davantage, un vide en est résulté ; dans cette lacune s'amassent les gouttelettes oléorésineuses.

1^{IV}. Glande ayant subi en totalité la résorption cellulaire.

Fig. 2-6$^{\mathrm{II}}$. *Eucalyptus Resdoni.*

2-2$^{\mathrm{IV}}$. Feuille.

2. Premier état, unicellulaire, d'une glande foliaire (observé sur une feuille longue de 2 millimètres).

2$^{\mathrm{I}}$. Glande foliaire constituée par deux cellules (sur une feuille de 3$^{\mathrm{mm}}$,5).

2$^{\mathrm{II}}$. Glande comprenant également deux cellules, mais renfermant déjà de l'oléorésine.

2$^{\mathrm{III}}$. Glande à l'état multicellulaire (feuille de 8 millimètres).

2$^{\mathrm{IV}}$. Glande dont il ne reste plus que quelques cellules périphériques, certaines de ces dernières se trouvent en contact immédiat avec l'épiderme (feuille de 5 centimètres).

Fig. 3-3$^{\mathrm{II}}$. Tige.

3. Jeune tige observée à son extrémité, de grosseur naturelle en *a*, grossie en *b*.

3$^{\mathrm{I}}$. Segment de 3 : *g*, cellule dont procédera la production glandulaire.

3$^{\mathrm{II}}$. Coupe longitudinale du canal figurée en 3$^{\mathrm{I}}$.

Fig. 4. Jeune tige observée au-dessous des premières feuilles, de grandeur naturelle en *a*, grossie en *b* : *g*, productions glandulaires commençant à soulever l'épiderme.

4$^{\mathrm{I}}$. Segment grossi de 4 : *g*, une des productions glandulaires comprenant déjà plusieurs cellules avec de petits granules d'huile essentielle.

Fig. 5. Tige plus âgée, de grandeur naturelle en *a*, grossie en *b* : *g*, productions glandulaires.

5$^{\mathrm{I}}$. Segment de 5; la glande comprend un grand nombre de cellules dans lesquelles se remarquent des globules oléorésineux de volume variable.

Fig. 6-6$^{\mathrm{II}}$. Tige offrant des productions glandulaires ayant subi toute leur évolution.

6. Coupe de cette tige, de grosseur naturelle en *a*, grossie en *b* : *g*, glande soulevant l'épiderme.

6$^{\mathrm{I}}$. Coupe longitudinale de 6 : *g*, glande dont presque toutes les cellules ont disparu ; *m*, moelle avec fibres épaisses.

6$^{\mathrm{II}}$. Coupe longitudinale de 6 : *g*, glande ; *m*, moelle avec fibres épaisses (*f*).

Fig. 7-7$^{\mathrm{II}}$. *Eucalyptus Globulus* (feuille).

7. Glande foliaire multicellulaire et ne présentant que de petites granulations d'oléorésine.

7$^{\mathrm{I}}$. Glande dans laquelle une lacune *l* s'est déjà formée.

7$^{\mathrm{II}}$. Glande ayant subi une résorption totale.

PLANCHE 15.

PSIDIUM MONTANUM. — LAURUS NOBILIS. — LAURUS BENZOIN. — LAURUS CAMPHORA.

Fig. 1-1$^{\mathrm{II}}$. ***Psidium montanum.***

1. Glande foliaire constituée par un petit nombre de cellules encore dépourvues d'oléorésine.

1^{I}. Glande comprenant un plus grand nombre de cellules dans l'intérieur desquelles se voient quelques granules oléorésineux.

1^{II}. Glande dont il ne reste plus que trois cellules périphériques, les autres ayant disparu pour former la lacune centrale dans laquelle se voient de nombreux granules d'oléorésine.

1^{III}. Coupe d'une jeune tige, de grosseur naturelle en *a*, grossie en *b* : *g*, saillies soulevant l'épiderme ; *m*, moelle dans laquelle se voient des fibres épaisses.

1^{IV}. Section très-grossie d'une partie de la tige, passant par l'une des productions *g*, indiquées en 1^{III}. Cette production, de nature glanduleuse, ne possède plus qu'un petit nombre de ses cellules propres ; de nombreuses gouttelettes d'oléorésine se voient dans la cavité ainsi formée : *m*, moelle avec cellules scléreuses, *scl*.

Fig. 2-2^{III}. *Laurus nobilis.*

2. Feuille dans laquelle deux cellules *c* et *c'* ont pris un accroissement exceptionnel, et présentent, dans leur intérieur, plusieurs gouttelettes d'huile essentielle.

2^{I}. Les cellules intermédiaires à *c* et *c'* ayant disparu devant les progrès de leur développement, il en résulte une cavité dans laquelle se voient des gouttelettes d'huile essentielle.

2^{II} et 2^{III}. Feuilles plus âgées et dans lesquelles on voit des lacunes oléorésinifères ayant une origine analogue, et situées, soit dans le parenchyme rameux, soit dans le parenchyme mûriforme.

Fig. 3-3^{I}. *Laurus Benzoin.*

Feuilles à lacunes oléorésinifères.

Fig. 4-4^{II}. *Laurus Camphora.*

4 et 4^{I}. Cellules oléorésinifères distinctes et séparées.

4^{II}. Feuille plus âgée et offrant des lacunes oléorésinifères provenant de la réunion de semblables cellules.

DE

L'INFLUENCE DU TERRAIN SUR LA VÉGÉTATION

(DEUXIÈME MÉMOIRE)

Par M. Ch. CONTEJEAN,
Professeur à la Faculté des sciences de Poitiers.

Après avoir réfuté, dans un premier travail (1), les principaux arguments invoqués à l'appui de la théorie de Thurmann, je m'efforce de prouver que l'influence chimique du terrain sur la répartition naturelle des végétaux dans les sols de diverse composition, l'emporte de beaucoup sur l'influence purement physique qu'il peut exercer. Je distingue, en conséquence, une flore *maritime*, fixée par le sel marin, et une flore *terrestre*, repoussée par cette substance. La flore terrestre comprend, à son tour, les plantes *calcicoles*, fixées par le carbonate de chaux, les *calcifuges*, repoussées par cette substance, et les *indifférentes*, qui ne sont ni attirées ni repoussées par le calcaire, et qui prospèrent dans toute espèce de terrain non salé. Faisant ensuite la part de l'influence physique, je distingue, dans la flore maritime et dans chacun des trois groupes dont se compose la flore terrestre, des plantes *xérophiles* (2), amies de la sécheresse, et des plantes *hygrophiles*, qui recherchent les sols humides et profonds. Ces dernières sont appelées *péliques*, *psammiques* ou *pélopsammiques*, suivant qu'elles préfèrent l'argile, le sable ou qu'elles s'accommodent également de l'un ou de l'autre de ces milieux.

N'ayant pu disposer, dans les *Annales*, que d'un espace fort limité, j'ai dû m'en tenir à ces premiers résultats, et me borner à une exposition sommaire de la théorie; indiquant à la fin du mémoire les lacunes à combler, signalant les points sur lesquels devaient se porter les investigations, et conviant les botanistes à la solution de problèmes qui doivent les intéresser tous. Je suis heureux d'annoncer que j'ai partout rencontré l'assistance la plus bienveillante. Qu'il me soit également permis d'ajouter que je me suis beaucoup aidé moi-même, et que mes explorations ont été, pour ainsi dire, incessantes, pendant toute la durée de la campagne botanique de 1875. Tous ces efforts réunis ont produit des documents d'une grande valeur, qui m'ont aidé à compléter la théorie, à la rectifier dans quelques détails et à l'asseoir sur des bases que je regarde désormais comme inébranlables. S'il n'a pas été satisfait à tous les *desiderata* exprimés à la fin du premier mémoire, la plupart des problèmes ont reçu une solution si complète, et les faits nouveaux sont tellement significatifs, que les rares questions à élucider ont perdu toute leur importance, et peuvent être négligées sans le moindre inconvénient. Le moment est donc venu de compléter, je dirai presque d'achever mon œuvre.

---

(1) *De l'influence du terrain sur la végétation* (*Ann. des sc. nat.*, BOTANIQUE, 5^e série, t. XX, p. 266).

(2) Cette nomenclature est empruntée à Thurmann.

Autant que possible je classerai les matières de la même façon que dans mon premier travail, dont il est indispensable de prendre d'abord connaissance, attendu qu'on y trouvera l'exposition méthodique de ma théorie. Je suppose donc le lecteur parfaitement au courant de ladite théorie, et dans les lignes qui vont suivre je ne m'occuperai que des faits nouveaux et des sujets qui n'ont pas été traités en premier lieu.

§ 1.

FAITS DÉMONTRANT LA PRÉPONDÉRANCE DE L'ACTION CHIMIQUE DU TERRAIN.

1° *Grès et sables de Fontainebleau.* — Aucun renseignement ne m'est parvenu à cet égard; mais les observations déjà connues montrent que les plantes calcicoles sont groupées sur les grès calcifères, effervescents avec les acides. Sans doute les plantes calcifuges ne se rencontrent que sur les grès exclusivement siliceux, quel que soit, d'ailleurs, l'état d'agrégation de ces derniers. D'après M. Planchon (1), dans la célèbre localité du Mail de Henri IV, où l'on trouve : *Helianthemum Fumana*, *Ononis Columnæ*, *Inula hirta*, *Cynanchum Vincetoxicum*, *Carex humilis*, *Sessleria cærulea* et d'autres calcicoles, le carbonate de chaux est « dissimulé dans une couche très-mince de silice ». On sait d'ailleurs que, sur une foule de points, le grès de Fontainebleau renferme du calcaire intimement mélangé; et j'ai pu m'assurer que plusieurs spécimens, choisis dans les collections de la Faculté des sciences de Poitiers, produisent une vive effervescence quand on vient à les toucher avec l'acide chlorhydrique. Je ne puis cependant beaucoup insister, parce qu'il y aurait à déterminer avec plus de soin les conditions du gisement des calcicoles et des calcifuges; néanmoins, quoique mes souvenirs soient déjà lointains (1862), je me rappelle avoir vu, sur le grès massif aussi bien que sur la roche sableuse et désagrégée : *Helianthemum guttatum*, *Sarothamnus scoparius*, *Filago montana*, *Jasione montana*, *Erica cinerea*, *Calluna vulgaris*, *Aira flexuosa*, *A. caryophyllea*, *A. præcox*, et beaucoup d'autres caractéristiques de la silice, toutes hygrophiles, d'après Thurmann. Or, ces plantes ne pourraient être fixées sur le grès compacte et dysgéogène par l'action mécanique du terrain.

2° *Basalte de l'Auvergne*. — M. Martial Lamotte m'écrit, en date du 28 septembre 1875 :

« Le basalte intact, fraîchement brisé, ne fait point effer-
» vescence avec les acides; la surface exposée à l'action de l'air
» depuis longtemps se couvre d'une croûte blanchâtre, qui
» fait parfois un peu d'effervescence.

» Dans les localités où le basalte sort directement du granit,
» la terre formée sur la nappe basaltique et mélangée de débris
» de basalte, fait très-légèrement effervescence.

» Le basalte décomposé des coteaux de la Limagne, les tufs

---

(1) *Bulletin de la Société botanique de France*, 1854, t. I^er^, p. 354.

» basaltiques, sont effervescents; mais, dans ces stations, les » roches sont toujours mélangées avec du calcaire tertiaire, sur » lequel repose la coulée.

» Les plantes calcicoles habitent les champs basaltiques, par » conséquent là où le basalte est décomposé, ou du moins divisé » en minces fragments; peu végètent dans les fentes de la roche » compacte (*Lactuca ramosissima*, *Teucrium Chamædrys*). Les » *Helianthemum pulverulentum*, *H. Fumana*, *Astragalus monspessulanus*, *Coronilla minima*, *Trinia vulgaris*, croissent sur » les débris basaltiques certainement mélangés à une proportion quelconque de calcaire. Dans certains endroits peu » élevés, où le basalte ne repose pas sur le calcaire, mais bien » sur le granit (commune de Saint-Jacques d'Ambur), le Froment est cultivé sur les terres qui le recouvrent, comme » dans les sols calcaires; cette culture cesse à la limite du » basalte, et celle du Seigle la remplace.

» Les véritables plantes calcifuges sont rares sur le basalte » compacte ou altéré des coteaux; cependant le *Sarothamnus* » et le Châtaignier croissent çà et là. Les espèces indifférentes » y abondent... En général, tous les terrains volcaniques sont » dans le même cas que le basalte. Dans la montagne, la végétation des trachytes, des phonolites, des basaltes, des laves » modernes, est celle de la silice. Les laves modernes, les » pouzzolanes, la domite de la chaîne des monts Dore, sont » couvertes de plantes silicicoles; mais si les laves ont coulé sur » le calcaire de la Limagne, la terre végétale qui s'est formée » à leur surface fait alors effervescence; les plantes calcicoles » s'y établissent, et, à mesure que la lave avance sur le calcaire, » les silicicoles disparaissent... La coulée de Gravenoire, à sa » sortie du granit, est couverte de Châtaigniers et de plantes de » la silice, parmi lesquelles domine le *Galeopsis ochroleuca;* vers » Beaumont et au delà, les espèces calcicoles remplacent les » silicicoles, et le *Galeopsis* disparaît. »

Provenant d'un observateur aussi habile et aussi compétent, ces renseignements, d'ailleurs très-complets, sont extrêmement précieux. Il est facile maintenant d'expliquer la *neutralité* que

Lecoq (1) attribuait au basalte. On voit clairement, en effet, que les calcicoles ne se rencontrent que sur la roche altérée et calcifère, et que leur nombre augmente en raison de la quantité de chaux dont elle est chargée. Au contraire, les calcifuges ne se trouvent que sur le basalte intact, qui ne fait point effervescence avec les acides. Très-vraisemblablement les pieds isolés de *Sarothamnus* et de Châtaignier qu'on observe çà et là au milieu de la flore calcicole, s'attachent à la roche compacte, ou tout au moins à la roche non effervescente. Il est naturel que les laves feldspathiques, les trachytes, les phonolites, qui ne renferment point de silicate de chaux, et dont la décomposition ne saurait, par conséquent, donner naissance à du calcaire, ne tolèrent que la flore calcifuge ; mais il est remarquable que cette végétation soit peu à peu remplacée par celle de la chaux, au fur et à mesure que la roche s'est chargée de calcaire en coulant sur le terrain lacustre de la Limagne.

Ainsi se trouvent réalisées mes prévisions ; ainsi est résolu, mais dans le sens de l'influence chimique du sol, un des problèmes les plus difficiles et les plus embarrassants. Les plantes calcifuges (hygrophiles) ne se rencontrent que sur le basalte non calcifère, roche éminemment compacte et dysgéogène, et les calcicoles (xérophiles) s'attachent, de préférence, au basalte calcifère et désagrégé, qui devient alors remarquablement eugéogène. Or, la théorie de Thurmann enseigne précisément le contraire.

3° *Tufs du Jura.* — D'après M. Lucien Quélet (lettre du 29 juillet 1875), la florule bryologique des terrains exclusivement siliceux du pied des Vosges (grès bigarré, grès rouge, grauwacke, schistes ardoisiers, porphyres, syénite, etc.) diffère de celle des calcaires et des tufs du Jura, au point que leurs espèces s'excluent d'une manière presque absolue. Entre autres Mousses silicicoles recueillies à Chagey (Haute-Saône), mon savant ami signale : *Gymnostomum rostellatum*, *Weissia fugax*,

---

(1) *Études sur la géographie botanique de l'Europe*, etc., t. II, p. 49 Paris, 1854.

W. crispula, *Dicranella squarrosa*, *Trichostomum convolutum*, *Didymodon cylindricus*, *Grimmia ovata*, *Gr. montana*, *Gr. funalis*, *Hedwigia ciliata*, *Bryum alpinum*, *Brachythecium albicans*, *Br. plumosum*, *Hypnum eugyrium*, *Andræa petrophila*, *A. rupestris*, etc.; et sur les tufs de Roches et de Blamont (Doubs), il indique : *Systegium crispum*, *Gymnostomum calcareum*, *G. tortile*, *Cynodontium polycarpum*, *Eucladium verticillatum*, *Trichostomum crispulum*, *Barbula fallax*, *Grimmia orbicularis*, *Bryum Funckii*, *Bartramia Œderi*, *Philonotis calcarea*, *Pseudoleskea catenulata*, *Orthothecium intricatum*, *O. rufescens*, *Hypnum commutatum*, *Seligeria tristicha*, etc.

Éminemment poreux, friables et souvent désagrégés à une grande profondeur, les tufs du Jura constituent un sol eugéogène par excellence. Habituellement ruisselants de l'eau des cascades qui les a formés, ils offrent, aux espèces hygrophiles, des stations aussi humides que les terrains siliceux les plus détritiques, et cependant leur flore est celle du calcaire jurassique compacte. Les plantes phanérogames dont ils sont recouverts appartiennent au groupe des calcicoles. Une fois de plus, la doctrine de l'influence physique du terrain se trouve complétement en défaut.

§ 2.

FAITS DÉMONTRANT L'ACTION RÉPULSIVE DU CALCAIRE SUR LES PLANTES CALCIFUGES.

La théorie de Thurmann me paraissant suffisamment réfutée, je n'ai plus à m'occuper que de la manière dont s'exerce l'action chimique du terrain. Mais je puis encore simplifier ma tâche; car il est permis de regarder l'influence attractive du chlorure de sodium sur les plantes de la flore maritime et son action répulsive sur celles de la flore terrestre, de même que l'influence attractive du carbonate de chaux sur les espèces calcicoles, comme des vérités désormais acquises à la science. Je me bornerai donc à discuter les points litigieux, et, en particulier, les faits relatifs à l'action répulsive du calcaire sur les plantes calcifuges.

A cet égard, on ne saurait trop multiplier les preuves. Le plus souvent, en effet, les contrastes entre la flore du calcaire et celle de la silice peuvent légitimement s'interpréter de deux manières opposées et contradictoires. Toutes les fois qu'on établit la comparaison entre deux terrains, dont l'un est exclusivement calcaire et l'autre exclusivement siliceux, rien ne peut indiquer si les espèces calcifuges sont fixées dans leurs stations respectives par amour de la silice ou par horreur du calcaire. Il faut donc s'attacher exclusivement aux contrastes, qui n'admettent qu'une seule interprétation, et le nombre en est fort limité. Aux faits cités dans mon premier mémoire, j'ajouterai néanmoins les suivants :

1° *Grès de Fontainebleau et basaltes de l'Auvergne.* — Les deux exemples relatifs à ces localités font double emploi ; car, s'ils témoignent contre la théorie de l'influence physique du sol, on peut tout aussi bien les invoquer en faveur de l'hypothèse de l'action répulsive du calcaire. Dans les deux contrées, en effet, nous n'avons pas à considérer deux sols différents : à Fontainebleau comme en Auvergne il n'y a qu'un seul et même terrain, essentiellement siliceux, ne tolérant les plantes du calcaire que lorsqu'il se charge de carbonate de chaux, et les admettant en nombre d'autant plus considérable, qu'il renferme davantage de cette substance. Ce dernier point me semble nettement établi, au moins pour les basaltes et les laves de l'Auvergne. Mais, sur ces mêmes sols, la flore du calcaire exclut celle de la silice. Je ne vois pas qu'on puisse expliquer cet antagonisme autrement que par l'hypothèse d'une action nuisible et répulsive exercée par le carbonate de chaux, la roche ne contenant aucun autre principe auquel on soit en droit d'attribuer une influence quelconque. Il n'est pas possible de prétendre que, sur ces terrains, la silice fixe les plantes de la silice et la chaux les plantes du calcaire, puisque ce minéral ne s'introduit habituellement que pour la proportion de quelques centièmes dans le sol siliceux. Autant vaut dire que la silice n'exerce aucune influence, si son action peut se trouver masquée et annulée par celle d'une quantité de chaux si minime.

2° *Ligourite de la Haute-Vienne.* — « Le terrain porphy- » rique désagrégé, peu substantiel, d'un brun rougeâtre, connu » sous le nom de *ligourite*, et traversé en divers sens par les » poétiques rivières la Roselle, la Briance et la Ligoure, pré- » sente une singularité remarquable : on ne rencontre, sur la » vaste étendue qui comprend plusieurs communes ou portions » de communes, ni l'Ajonc, ni la Bruyère, ni la Fougère (*Pteris* » *aquilina*), plantes si généralement répandues dans nos con- » trées... Les Châtaigniers, du reste peu nombreux, y ont un » aspect languissant... Ce sol friable et léger convient aux » *Genista sagittalis*, *Potentilla verna*, *Sagina apetala*, *Epilo-* » *bium lanceolatum*, *Avena tenuis*, et généralement à toutes les » espèces des terrains friables et légers. » Dans les explications verbales qu'il a bien voulu me donner, M. Lamy de la Chapelle, auteur des lignes qui précèdent (1), n'hésite pas à attribuer à la chaux le contraste si remarquable dont il est question. La ligourite, en effet, est un porphyre amphibolifère qui produit du calcaire en se décomposant, par suite de la transformation, en carbonate, du silicate de chaux de l'amphibole, et sans doute aussi du feldspath. J'ai pu d'ailleurs constater, sur des échantillons de M. Lamy, que la roche altérée fait une vive effervescence avec les acides, qui n'agissent point sur la roche intacte.

Cet exemple me paraît encore plus significatif que les précédents. Sauf le *Genista sagittalis*, pour une cause ou pour une autre, et sans doute en raison de la grande distance qui sépare la ligourite de toute contrée calcaire, les plantes de la chaux n'ont pu s'y installer. Il est aisé de voir, en effet, que la flore des affleurements de la Haute-Vienne ne se compose que des plantes indifférentes répandues dans tout le plateau Central. Mais les espèces de la silice font également défaut. La répulsion est donc manifeste ; on ne peut l'attribuer qu'au calcaire.

3° *Sables maritimes.* — La flore terrestre envahit les sables maritimes suffisamment éloignés des rivages pour se trouver complétement à l'abri de l'eau salée. S'ils ne sont pas absolument privés de sel, ces terrains n'en renferment plus qu'une quantité infiniment petite. Les plantes qui les recouvrent, appartiennent, en immense majorité, à la catégorie des calcicoles ou des indifférentes ; les premières évidemment fixées dans les stations de cette nature par la chaux provenant des débris de Mollusques marins, et sans doute aussi, comme le pense M. Gubler (1), fournie directement par l'eau de la mer. Mais les dunes sont quelquefois occupées par la flore de la silice. Je soupçonnai que le calcaire avait alors disparu, dissous à la longue par l'infiltration des eaux pluviales, qui entraînent toujours quelque peu d'acide carbonique. Ce qui donnait à cette hypothèse une très-grande apparence de probabilité, c'est que les pluies exercent une action analogue, quand elles s'insinuent dans les calcaires désagrégés qui recouvrent la roche compacte sous-jacente. Dans les tranchées des carrières oxfordiennes et calloviennes des environs de Poitiers, on peut suivre aisément les progrès des infiltrations, qui finissent par abandonner leur calcaire, sous la forme de farine fossile ou de concrétions pulvérulentes, à une profondeur de 1 à 3 décimètres. Ces concrétions dessinent une zone blanche à peu près continue, dont l'épaisseur atteint plusieurs décimètres dans les lieux où affluent les eaux pluviales. Il était donc probable que quelque chose d'analogue devait se passer dans les dunes éloignées du rivage, et sur lesquelles les vents ne pouvaient plus entasser de nouveau sable coquillier. Mais ce n'était là qu'une simple présomption. Les recherches auxquelles je me suis livré ont mis ce fait hors de doute.

---

(1) *Plantes aquatiques de la Haute-Vienne, etc.*, par M. E. Lamy, p. 8. moges, 1868.

Aux Sables-d'Olonne, le sol géologique est du gneiss, et la flore terrestre est calcifuge. Mais elle ne se compose plus que de plantes indifférentes et de calcicoles sur les sables voisins du littoral, où les acides produisent une vive effervescence. A quelques kilomètres au sud-est de la ville, aussitôt qu'on a dépassé la maison forestière en suivant le rivage, on arrive à une prairie humide qui s'étend jusqu'au hameau de la Pironnière. Là pullulent, dans un sol composé de terre de Bruyère fortement chargée d'un sable maritime purement siliceux : *Helianthemum guttatum*, *Polygala depressa*, *Ulex europæus*, *Genista anglica*, *Ornithopus perpusillus*, *Tormentilla erecta*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Cirsium anglicum*, *Calluna vulgaris*, *Erica cinerea*, *E. scoparia*, *Rumex Acetosella*, *Schœnus nigricans*, *Aira canescens*, *Pteris aquilina*, etc. La plupart de ces espèces envahissent les petites dunes du voisinage, dont le sable n'est point effervescent ; mais il n'y a que les plus accommodantes, telles que *Sinapis Cheiranthus*, *Jasione montana*, *Schœnus nigricans*, *Aira canescens*, plus rarement *Pteris aquilina*, qui s'aventurent quelque peu dans la zone où l'acide commence à déceler la présence du calcaire.

---

(1) *De la mer considérée comme source de calcaire pour les plantes du littoral*, par M. Adolphe Gubler (*Bull. de la Soc. bot. de France*, 1861, t. VIII, p. 431).

Sans aller si loin, on peut voir que les sables où se rencontre en grande abondance le *Rumex Acetosella*, dans le voisinage du sémaphore, ne font point effervescence avec les acides.

Le bois de Pins de la Garenne, à Fouras (Charente-Inférieure), est établi sur d'anciennes dunes fort rapprochées du rivage. Sous le couvert des Pins, le sable prend une teinte grise assez marquée. L'examen microscopique (auquel il est bon d'avoir souvent recours) montre que les petits grains de quartz sont alors mélangés à des parcelles de terreau noir. Sur ce point, le sol ne produit aucune effervescence avec les acides. Mais à mesure qu'on se rapproche des dunes plus découvertes qui bordent la côte, le sable devient plus blanc et plus calcaire. On voit bientôt disparaître toute la flore silicicole, et notamment les *Cistus salvifolius*, *Helianthemum guttatum*, *Ulex europæus*, *Cirsium anglicum*, *Erica scoparia*, qui abondent dans la forêt. Moins difficile sur le choix du milieu, l'*Aira canescens* pénètre dans la zone calcaire et ne s'arrête qu'à la limite où les plantes de la flore maritime annoncent la présence du chlorure de sodium ; le *Pteris aquilina* s'aventure également dans la même zone, mais il n'y est plus représenté que par des individus isolés et rabougris, contrastant vivement avec les magnifiques spécimens qu'on rencontre en abondance sous les Pins.

C'est peut-être dans la région des dunes d'Arvert (Charente-Inférieure) que les contrastes sont les plus nombreux et les plus faciles à saisir. Si l'on pénètre dans la forêt par la Baraque, en suivant le chemin à chariots qui passe devant l'habitation Lecoq (si hospitalière à l'étranger qui s'aventure dans ces solitudes !) on marche constamment dans le sable très-meuble et très-fin des anciennes dunes. Dans la première partie du trajet, c'est-à-dire sur un parcours d'environ 2 kilomètres, le sol de la forêt ne fait pas effervescence avec les acides. On y trouve, en extrême abondance : *Cistus salvifolius*, *Helianthemum guttatum*, *Ulex europæus*, *Sarothamnus scoparius*, *Jasione montana*, *Calluna vulgaris*, *Erica cinerea*, *E. scoparia*, *Polypodium vulgare*, *Pteris aquilina*, etc. A la distance d'un kilomètre de la mer, ou à peu près, toutes ces plantes disparaissent brusquement, et alors il est facile de constater que le sable renferme du calcaire.

Je pourrais encore citer un grand nombre de faits analogues, mais ce qui précède doit suffire pour justifier l'exactitude des conclusions que j'avais prématurément tirées de l'étude des sables maritimes. Ici encore les choses ne sauraient être interprétées de deux manières différentes. C'est le même sol, c'est le même sable quartzeux, partout d'une grande pureté et d'une grande homogénéité, qui admet ou qui repousse les plantes de la silice, suivant qu'il se charge plus ou moins de calcaire.

4° *Culture du Châtaignier*. — Ce bel arbre ne peut croître que dans les terrains privés de chaux ; aussi est-il regardé, avec raison, comme une des meilleures caractéristiques des sols siliceux, quelle qu'en soit d'ailleurs la nature géologique. Dans le plateau Central de la France, on le rencontre presque indifféremment sur le gneiss et les schistes cristallins, le granit, les divers porphyres, les roches volcaniques, les schistes ardoisiers, les grès quartzeux ou feldspathiques, le sable pur ou mêlé d'argile et d'oxyde de fer, le diluvium limoneux ou caillouteux, les alluvions sablonneuses ou argileuses ; en un mot, il prospère sur toute espèce de sol, à condition qu'on n'y trouve point de calcaire. Dès que ce minéral commence à paraître, le Châtaignier ne se montre plus que fort disséminé; il devient chétif et cesse de produire si la proportion de calcaire augmente, et lorsqu'elle dépasse certaines limites, la culture en devient impossible. D'après M. Chatin (1), « si le Châtaignier peut encore être » cultivé dans une terre contenant de 1 à 2 centièmes de chaux, » il se refuse à croître, au moins d'une façon rémunératrice, » quand la proportion de la chaux atteint à environ 3 centièmes. » Ces chiffres doivent inspirer toute confiance, car ils sont déduits d'analyses de terrains variés, provenant de localités souvent fort éloignées les unes des autres. On voit aussi que M. Chatin proclame, au moins implicitement, l'action nuisible du calcaire, puisqu'il reconnaît qu'une très-faible proportion de chaux empêche la culture du Châtaignier.

De ce qui précède on peut tirer des conclusions d'une importance décisive en faveur de ma théorie. S'il est permis d'admettre, à la rigueur, qu'une action directe de la silice fixe le Châtaignier sur le sol siliceux, on ne voit pas d'autre substance que la chaux qui puisse l'en expulser. Beaucoup d'observations, beaucoup d'analyses de terrains montrent que la silice peut se trouver associée à toute espèce de minéral (alumine, oxydes métalliques, etc.), dans les proportions les plus variables, sans qu'elle cesse, pour autant, de nourrir le Châtaignier et son cortége habituel de calcifuges, qui ne se retirent que devant la chaux. Bien plus, les mêmes analyses nous portent à douter fortement de l'influence de la silice. La terre à Châtaigniers du Poitou est une argile très-fine, chargée de fer, mais ne contenant que peu de sable quartzeux; elle produit les arbres les plus magnifiques. A la Vente-du-Désert (2), le sol, que M. Chatin « est porté à admettre comme type de bonne terre à Châtai- » gniers », renferme à peine 13 centièmes de silice, contre environ 83 centièmes d'argile et d'alumine et 1,20 de peroxyde de fer. N'est-il pas évident que, si la terre à Châtaigniers avait partout la même composition, on dirait que cet arbre recherche l'argile et non la silice? A mon sens, il ne recherche ni l'une ni l'autre : comme toutes les calcifuges, le Châtaignier se propage dans les sols où il se trouve à l'abri des effets nuisibles de la chaux, quelle que soit d'ailleurs la nature du milieu. Le plus souvent, il est vrai, la silice y abonde ; mais c'est là une circonstance en quelque sorte fortuite, et les choses se passent de même quand d'autres substances neutres deviennent prédominantes.

---

(1) *Bulletin de la Société botanique de France*, 1870, t. XVII, p. 195.

(2) *Loc. cit.*, p. 196.

5° *Jardins botaniques.* — Les faits qui précèdent me paraissent démontrer, d'une manière irréfutable, l'action répulsive de la chaux. Néanmoins, comme on ne saurait trop accumuler les preuves, je veux encore appeler l'attention sur les enseignements, d'importance capitale, fournis par les expériences de culture.

Il est impossible d'installer les calcifuges exclusives dans les jardins établis sur un sol calcaire ou sur un sol qui renferme du calcaire. A Lamothe-Sainte-Héraye (Deux-Sèvres), M. Richard a vainement essayé de cultiver l'*Ulex europæus*, l'*Erica cinerea* et le *Calluna vulgaris :* semis répétés, plantations réitérées, rien n'a réussi, malgré les plus grands soins. Des *Erica cinerea*, transplantés avec la motte, n'ont pas prospéré davantage. Dans le jardin botanique de Poitiers on ne peut conserver les *Sarothamnus scoparius*, *Genista anglica*, *Calluna vulgaris*, *Erica cinerea*, *E. Tetralix*, *E. scoparia*, etc., qu'en les renouvelant presque chaque année ; encore prend-on la précaution d'entourer les pieds d'argile et de terre siliceuse. Dans une pelouse de ce jardin abondait, au printemps dernier, l'*Anthoxanthum Puellii*; mais tous les spécimens se distinguaient, de fort loin, à leur teinte d'un jaune presque blanc et à leur aspect chétif. Ce gazon avait été semé. Au jardin botanique de Rochefort, même insuccès : les *Ulex nanus*, *Sarothamnus scoparius*, *Erica cinerea*, *E. scoparia*, sont languissants et décolorés, et doivent être incessamment renouvelés. Il en est sans doute ainsi partout où la terre renferme une certaine quantité de chaux. Au contraire, à Limoges, les mêmes plantes se cultivent avec la plus grande facilité, et les jardiniers-fleuristes entretiennent et propagent dans la terre ordinaire les *Erica*, les *Azalea* et les autres silicicoles, qui exigent ailleurs la terre de Bruyère. Mais, à Limoges, le sol est exclusivement granitique, tandis qu'à Poitiers la terre de l'école de botanique, prise dans la plate-bande au *Sarothamnus*, renferme 29,21 de carbonate calcaire, soit 16,36 de chaux; et à Rochefort, recueillie dans les mêmes conditions, la terre renferme 13,88 de carbonate, représentant 7,77 de chaux. Ce n'est donc pas le changement de conditions et d'habitudes, c'est la chaux, uniquement la chaux, qui exclut de certains jardins les plantes de la silice.

Je dois beaucoup insister sur les expériences de culture, et beaucoup les recommander aux botanistes qui peuvent disposer d'un terrain convenable. Il est évident que si un *Erica*, un *Sarothamnus*, d'abord prospère en terre de Bruyère ou en terre siliceuse ordinaire, se décolore et dépérit dès qu'on introduit dans le sol du calcaire pulvérulent, on doit attribuer ce résultat à la chaux surajoutée. Et si les mêmes plantes demeurent vertes et vigoureuses, lorsqu'on vient à remplacer le calcaire par l'argile, les oxydes métalliques et les autres minéraux inertes qui se rencontrent dans tous les terrains, on peut hardiment conclure que la chaux seule est nuisible aux plantes de la silice. Là me paraît être la vraie solution.

§ 3.

A QUEL DEGRÉ SE MONTRENT EXCLUSIVES LES PLANTES DES DIVERSES CATÉGORIES.

1° *Flore maritime.* — Elle occupe exclusivement les terrains salés, et principalement le rivage des mers, où elle dessine une zone dont la largeur varie en raison du relief de la contrée. Mais cette zone maritime peut se décomposer à son tour en un certain nombre de bandes parallèles au rivage et parallèles entre elles, suivant que l'élément salin existe en plus ou moins grande quantité dans le sol. En général, ces bandes sont d'autant plus nettes, qu'elles se rapprochent davantage de la mer, ou, en d'autres termes, que le terrain devient plus salé. Au fur et à mesure qu'on avance dans l'intérieur du pays, on les voit se confondre à leurs lisières de contact, en sorte que la démarcation ne peut s'établir entre elles que d'une manière générale et approximative. Il est enfin bien difficile de désigner exactement le lieu où s'arrête la flore maritime et où commence la flore terrestre, qui se pénètrent et se fusionnent plus ou moins sur leurs extrêmes limites.

Il n'est pas beaucoup plus aisé de déterminer le nombre précis des bandes parallèles dont se compose la zone maritime. Ce nombre varie d'ailleurs suivant les circonstances locales, la flore maritime s'étendant à plusieurs kilomètres dans l'intérieur des terres le long des basses plages, et se trouvant concentrée dans une étroite lisière si la côte s'élève rapidement en colline. Toutes les zones se trouvent alors superposées, et se fondent les unes dans les autres. Si la mer est bordée par une falaise à pic, il n'y a pas de zone maritime horizontale, les végétaux caractéristiques ne pouvant s'attacher qu'aux parois verticales de la roche. Il faut ajouter que les plantes d'une zone déterminée sont fréquemment introduites par l'industrie humaine fort loin de leur station naturelle : ainsi, les marais salants amènent dans l'intérieur les plantes maritimes les plus exclusives. Malgré les réserves que je suis obligé de faire en raison même de la difficulté du sujet, j'indiquerai néanmoins le résultat de mes observations sur nos côtes du Sud-Ouest, le long des plages basses qui s'étendent entre l'embouchure de l'Adour et celle de la Sèvre Niortaise, ainsi que dans les îles de Ré et d'Oleron.

On distingue d'abord une première zone, marine presque autant que maritime, et recouverte chaque jour par le flot. Quand le fond est argileux, argilo-sableux et même rocheux, elle nourrit une flore particulière, caractérisée par le *Spartina stricta*, les *Salicornia* et d'autres Chénopodiées; s'il est sableux ou caillouteux, elle demeure stérile, le sol mobile et incessamment remanié par les vagues n'offrant point d'assise fixe à la végétation. C'est la *zone des vases*. Immédiatement en retrait commence une deuxième bande, qui reçoit encore toute l'écume des eaux, et qui occupe la plage proprement dite. D'habitude, c'est la plus étroite. Généralement sableuse, caillouteuse ou rocheuse, elle se confond avec la suivante à la rencontre des premières dunes et des pelouses envahies par l'*Ephedra distachya*. On pourrait l'appeler *zone des plages et des rochers*. On y rencontre, en grande abondance : *Cakile maritima*, *Arenaria peploides*, *Crithmum maritimum*, *Salsola Kali*, *Atriplex crassifolia*, *Triticum junceum*, et une foule d'autres espèces regardées comme plantes maritimes par excellence. Beaucoup plus large que les deux premières réunies, une troisième zone commence aux gazons à *Ephedra*, et s'étend fort avant dans les terres, quand le sol reste bas et horizontal. C'est la *zone des dunes et des prairies*. Elle n'existe point si le terrain s'élève brusquement au-dessus des eaux, ne fût-ce que de quelques mètres. On voit en effet la flore terrestre s'avancer, presque sans mélange, jusqu'au bord des falaises du Boulonnais et de la Normandie, et même des petits escarpements de gneiss de la Vendée et des falaises déprimées de l'Aunis. Dans cette zone, le sol est presque dessalé; néanmoins le chlorure de sodium ne fait pas absolument défaut, car il est entraîné fort loin dans l'intérieur des terres par les vents humides qui soufflent du large. Les plantes caractéristiques sont : *Silene Otites*, *S. Portensis*, *Dianthus gallicus*, *Althæa officinalis*, *Astragalus Bayonensis*, *Bupleurum tenuissimum*, *Centaurea aspera*, *Erythræa spicata*, et beaucoup d'autres qui se retrouvent souvent dans l'intérieur des continents, et dont la plupart recherchent les conditions climatériques des régions maritimes encore plus que l'élément salin.

Je dois me contenter de signaler ces trois zones principales; mais on pourrait indiquer une foule d'autres nuances, et, par exemple, subdiviser la zone des dunes, où, comme il est naturel, les plantes maritimes se montrent plus nombreuses au contact de la plage que sur la lisière de la flore terrestre. Ces plantes sont tellement délicates sur le choix du milieu, qu'il est facile de reconnaître, à la seule inspection du tapis végétal, si le terrain est plus ou moins salé. Ainsi, le *Spartina stricta* envahit de ses gazons serrés les vases recouvertes chaque jour par le flot, et ne se trouve que là. C'est donc une espèce marine autant que maritime ; elle établit le passage entre la flore des rivages et celle du fond des mers, où vivent encore quelques Phanérogames, telles que le *Zostera marina* et le *Posidonia Caulini*. Au contact du *Spartina*, mais un peu en arrière du côté du rivage, prospèrent les *Salicornia herbacea*, *S. fruticosa*, *Aster Tripolium*, *Glyceria maritima*, *Arenaria marginata*, *Chenopodium maritimum*, etc., souvent recouverts par les hautes marées et recherchant les milieux imprégnés de sel. Une troisième nuance est indiquée par les *Atriplex portulacoides*, *Triglochin maritimum*, *Salsola Soda*, *Inula crithmoides*, *Suæda fruticosa*, *Plantago (maritima) Wulfini*, *Hordeum maritimum*, qui recherchent aussi les vases fréquemment baignées par l'eau salée, mais qui peuvent s'installer sur les plages sablonneuses et sur les rochers où ne parvient plus que l'écume des vagues pendant les grosses mers. Ces espèces, qui appartiennent encore à la zone des vases, pénètrent donc quelquefois dans celles des plages et des rochers, où pullulent : *Matthiola sinuata*, *Cakile maritima*, *Arenaria peploides*, *Medicago marina*, *Eryngium maritimum*, *Crithmum maritimum*, *Statice Dodartii*, *Polygonum maritimum*, *Beta maritima*, *Atriplex crassifolia*, *Salsola Kali*, *Triticum junceum*, *Euphorbia Peplis*, *E. Paralias*, *E. portlandica*, *Psamma arenaria*, *Galium arenarium*, *Linaria thymifolia*, etc. Les quatre dernières, toutefois, empiètent largement sur la zone des dunes, où s'aventurent plus ou moins toutes les caractéristiques de la zone des plages, dont aucune ne pénètre dans la région des vases. Dès qu'on aborde les premières dunes et les pelouses à *Ephedra*, on voit apparaître : *Cynanchum acutum*, *Crepis bulbosa*, *Ephedra distachya*, *Linaria arenaria*, *Artemisia maritima*, *Atriplex littoralis*, *Carex extensa*, *C. arenaria*, *Kœleria albescens*, *Festuca arenaria*, *Silene Otites*, *S. conica*, *Artemisia campestris*, *Vulpia bromoides*, etc. Les quatre dernières sont des plantes terrestres, qui recherchent cependant le climat, et, peut-être, l'air salin des côtes de l'Océan ; plusieurs, notamment

Cynanchum acutum, *Linaria arenaria*, *Artemisia maritima*, *Vulpia bromoides*, se rencontrent dans la zone précédente. La région des dunes produit encore, dans les lieux plus éloignés de la plage : *Pinus Pinaster*, *Tamarix anglica*, *Silene Portensis*, *S. Thorei*, *Dianthus gallicus*, *Pancratium maritimum*, *Astragalus Bayonensis*, *Medicago littoralis*, *Artemisia Absinthium*, *Centaurea aspera*, *Helichrysum Stœchas*, *Plantago arenaria*, etc., les trois derniers faisant également partie de la flore terrestre. Les prairies engagées dans la même zone nourrissent : *Althæa officinalis*, *Sonchus maritimus*, *Scirpus maritimus*, *Apium graveolens*, *Bupleurum tenuissimum*, *Erythræa spicata*, *Helminthia echioides*, *Trifolium maritimum*, *T. resupinatum*, *Iris spuria*, etc., qui, presque tous, peuvent être revendiqués par la flore terrestre, dont le voisinage est annoncé par les *Lepidium ruderale*, *Senebiera pinnatifida*, *Smyrnium Olusatrum*, *Silybum Marianum*, *Erythræa pulchella*, *Chlora imperfoliata*, *Chenopodium ambrosioides*, *Myrica Gale*, *Scirpus Holoschœnus*, *Carex nitida*, etc.

Si les végétaux terrestres abondent dans la zone des dunes et des prairies, je ne connais guère que les *Scirpus maritimus*, *Sc. Rothii*, *Potamogeton pectinatus*, *Atriplex hastata*, et, à un moindre degré, *Atriplex patula*, qui s'aventurent sur les limites des vases. Fort restreint est également le nombre des plantes terrestres qui habitent les plages et les rochers de la deuxième zone ; à peine ai-je à citer : *Glaucium luteum*, *Tribulus terrestris*, *Eryngium campestre*, *Erodium Cicutarium*, *Polygonum aviculare*, *Ecbalium Elaterium*, *Vulpia bromoides*, *Sonchus maritimus*, *Artemisia Absinthium*, *Thrincia hirta*, *Matricaria inodora*, *Senecio vulgaris*, *S. viscosus*, *Sonchus asper*, *Lotus siliquosus*, *Bromus mollis*, *Lolium perenne*. Si beaucoup pullulent au point qu'on doit les regarder comme absolument indifférentes entre la flore terrestre et la flore maritime, l'*Erodium* se distingue, de fort loin, à l'abondante villosité blanchâtre dont il est recouvert, et le *Matricaria*, à l'aspect sombre et luisant de ses feuilles, qui deviennent plus épaisses et plus charnues. Un grand nombre des végétaux terrestres de la troisième zone se reconnaissent de même à leur villosité exceptionnelle, à leur teinte glauque et à l'épaisseur de leurs feuilles. Je citerai, par exemple : *Raphanus Raphanistrum*, *Plantago lanceolata*, *P. Coronopus*, *Herniaria glabra*, *Passerina annua*, *Lotus corniculatus*, *L. siliquosus*, *Jasione montana*, *Samolus Valerandi*, *Bromus mollis*, *Lolium perenne*, etc. En résumé, une trentaine d'espèces de la flore terrestre s'aventurent dans les deux premières zones salées. Je ne parle pas de la troisième, où le sel fait presque défaut, et où la plupart des plantes continentales peuvent s'acclimater. Le chlorure de sodium repousse de même les plantes maritimes habituelles de la troisième zone, dont un très-petit nombre réussissent à s'installer dans la deuxième, et dont aucune ne parvient jusqu'à la première, où l'on ne voit que par exception quelque espèce des plages ou des rochers. Les expériences de M. Péligot, rapportées dans mon premier mémoire (1), indiquent encore « qu'un très-petit nombre des » plantes de la flore terrestre peuvent tolérer une quantité de » soude, variable pour chaque espèce, mais toujours extrê» mement faible en comparaison de celle qu'absorbent les » plantes maritimes. Dans les terrains salés qu'on livre à la » culture, les végétaux terrestres dépérissent, sans absorber de » chlorure de sodium ; et ces terrains ne deviennent productifs » qu'après avoir été dessalés par les pluies. La Pomme de terre » et les rares espèces qu'on peut cultiver dans les sables mari» times ne contiennent jamais de soude. »

De tout ce qui précède on doit conclure que *le sel marin repousse avec la plus grande énergie les végétaux auxquels il n'est pas indispensable, et, en particulier, ceux qui appartiennent à la flore terrestre.*

Ce premier point établi, nous avons à rechercher si le même minéral fixe avec une pareille énergie la flore maritime, puis à reconnaître à quel degré les espèces qui la composent peuvent se passer de soude, et, par conséquent, se mêler avec celles de la flore terrestre. Mais nous nous heurtons tout d'abord contre une difficulté en apparence insurmontable. Il est presque impossible de savoir exactement où cesse d'agir le sel entraîné par l'atmosphère et où commence en réalité la flore purement terrestre. Nous devons ensuite éliminer l'influence de la station et celle de l'état physique du sol, les espèces psammiques les moins exclusives de la flore maritime accompagnant les sables et les dunes aussi loin que s'avancent ces dernières dans l'intérieur du pays. Il y a lieu également de faire la part du climat, attendu que les plantes méridionales qui n'ont pas besoin de beaucoup de chaleur pour accomplir toutes les phases de la végétation, mais qui redoutent le froid des hivers, rencontrent les conditions les plus favorables sur nos côtes de l'Ouest, où elles dépassent de plusieurs degrés la latitude à laquelle elles s'arrêtent dans l'intérieur des continents. C'est ainsi qu'on peut cultiver en Bretagne, et même dans la presqu'île de la Manche, l'Arbousier, le Laurier, le Chêne vert, le Liége, le Myrte et beaucoup d'arbres qui ne supportent pas les hivers de Lyon. Il est donc quelquefois fort embarrassant de décider si telle espèce est bien maritime. Mais les inconvénients que je signale peuvent être en grande partie évités, si, au lieu de chercher à saisir une ligne de démarcation, qui n'existe pas, entre la flore terrestre et la flore maritime, on se contente de mettre hors de cause la troisième zone, ou au moins la lisière continentale de cette zone, véritable terrain neutre sur lequel se donnent rendez-vous les espèces des deux flores. Il faut également éviter de faire entrer en ligne de compte certaines plantes, telles que *Corrigiola littoralis*, *Glaucium luteum*, *Sonchus maritimus*, *Helminthia echioides*, *Smyrnium Olusatrum*, etc., dont le caractère maritime n'est pas nettement établi. Ces précautions observées, la comparaison entre la flore terrestre et la flore maritime devient facile, et l'on voit tout de suite que les représentants de celle-ci ne sont pas plus répandus dans l'intérieur du pays que les plantes terrestres dans les deux premières zones littorales. Le dépouillement des flores locales de la France indique au plus une vingtaine d'espèces maritimes installées à demeure fixe dans l'intérieur, loin des marais salants; et l'on sait que la plupart de celles qui se développent accidentellement à une certaine distance des côtes ne se maintiennent pas. Sans insister davantage sur tous ces faits, je n'hésite pas à affirmer que *la flore maritime n'empiète pas plus sur les limites de la flore terrestre, que celle-ci n'envahit le domaine de la flore maritime.*

---

(1) *Loc. cit.*, p. 294 (note).

Si nous nous en tenons à ces premières apparences, il peut sembler que la puissance attractive du chlorure de sodium pour les plantes maritimes égale sa puissance répulsive à l'endroit des plantes terrestres. Mais nous devons essayer de dégager le problème des éléments qui contribuent à l'obscurcir. Il importe notamment d'éliminer les influences de la nature physique du sol, de la station et de la concurrence vitale, qui agissent quelquefois de manière à contrebalancer et même à annihiler l'action du sel marin. Les expériences de culture me paraissent conduire au but que nous nous proposons d'atteindre, toutes les espèces des plates-bandes se trouvant dans les mêmes conditions de terrain, de station et de climat, et aucune n'ayant à redouter les empiétements de ses voisines.

Je dois avertir, toutefois, que ces expériences, telles qu'on les pratique généralement dans les jardins botaniques, sont rarement irréprochables, à notre point de vue. Le plus souvent on se propose uniquement de conserver les plantes étrangères, en employant toutes les précautions imaginables. On a donc soin d'arroser les espèces maritimes avec de l'eau salée. Cette pratique, qui date d'assez loin (1), n'est pas suivie au jardin botanique de Rochefort, où l'on se contente de l'eau du bassin central, également distribuée aux plantes de la flore terrestre. D'ordinaire cette eau n'est point salée ; mais comme elle provient de la Charente, et qu'on ne la prend pas toujours au moment favorable du jusant, elle renferme quelquefois 50 centigrammes ou même un gramme de sel par litre. D'un autre côté, plusieurs espèces sont plantées dans du sable maritime introduit, à cet effet, dans les plates-bandes. M. le professeur Peyremol, de qui je tiens tous ces renseignements, me cite comme étant cultivés ou ayant été cultivés à l'école de botanique de Rochefort : *Salicornia fruticosa*, *Suæda fruticosa*, *Atriplex Halimus*, *A. portulacoides*, *Salsola Soda*, *Arenaria peploides*, *A. marginata*, *Hordeum maritimum*, *Eryngium maritimum*, *Crithmum maritimum*, *Frankenia levis*, *Convolvulus Soldanella*, *Armeria maritima*, *Artemisia maritima*, *Crambe hispanica*, *Cochlearia officinalis*, *Statice eximia*, *S. elata*, *S. maritima*, *S. monopetala*, *Ephedra distachya*. Toutes ces espèces, sauf l'*Hordeum* et les *Arenaria*, qui sont semés, proviennent de pieds transplantés. Celles dont les feuilles sont charnues, par exemple le *Crithmum*, les *Salsola*, arrivent rapidement à les avoir plus minces et plus petites ; mais elles conservent presque toutes leur saveur salée. Le *Spartina stricta* et même l'*Aster Tripolium* semblent tout à fait réfractaires à la culture. Le savant directeur du jardin botanique ajoute qu'à Rochefort l'air est tellement salin, que les efflorescences des murailles humides sont de carbonate de soude et non d'azotate de chaux. Quoique fort précieux et fort instructifs à certains égards, les résultats obtenus dans de pareilles conditions, et à une si faible distance du littoral, ne paraîtront pas, aux yeux de beaucoup de personnes, absolument exempts de critique ; aussi ai-je songé à me renseigner auprès des directeurs des établissements continentaux.

---

(1) Linné écrivait le 22 novembre 1759 : « Hoc anno, post tot annorum laboriosa tentamina, demum obtinui fructificationem *Nitrariæ Schoberi*, quæ in » *Flora Sibirica* Gmelini, tomo secundo, ad finem, sub *Osyride* proposita est ; » cujus florem nullus in Europa viderit, licet in omnibus hortis occurrat ; nec » ego obtinuissem nisi adjecissem ei sal culinare. » (*Lettres inédites de Linné*, recueillies par M. le baron d'Hombres-Firmas. Alais, 1860, p. 246.)

En raison de la proximité de la côte, le jardin de Montpellier n'est sans doute pas complétement soustrait à l'influence maritime ; néanmoins les cultures s'y opèrent dans de bonnes conditions, puisque les plantes ne sont jamais arrosées avec de l'eau salée. On y entretient les espèces suivantes, qui persistent depuis longtemps : *Matthiola sinuata*, *Malcolmia littorea*, *Alyssum maritimum*, *Cakile maritima*, *Arenaria media*, *Linum maritimum*, *Crithmum maritimum*, *Eryngium maritimum*, *Crucianella maritima*, *Anthemis maritima*, *Cynanchum acutum*, *Convolvulus Soldanella*, *Statice Limonium*, *S. duriuscula*, *S. echioides*, *Plantago Cornuti*, *Atriplex portulacoides*, *Suæda fruticosa*, *Salsola Kali*, *S. Soda*, *Polygonum maritimum*, *Euphorbia Paralias*, *E. pubescens*, *Juncus maritimus*, *J. acutus*. Au contraire, on n'a jamais pu y introduire les *Salicornia*, l'*Inula crithmoides* et le *Diotis candidissima*. Quelques espèces à feuilles charnues les ont plus minces et plus petites. (Renseignements fournis par M. Ch. Martins, directeur.)

On cultive ou l'on a cultivé à Lyon 35 ou 40 espèces maritimes, la plupart exclusives ou presque exclusives (*Matthiola*, *Cakile*, *Frankenia*, *Statice*, *Suæda*, *Salsola*, etc.). Toutes sont arrosées avec de l'eau douce ordinaire et n'en souffrent nullement; cependant les Soudes et les autres Chénopodées reçoivent de l'eau salée pendant les mois les plus chauds. (Renseignements fournis par M. E. Faivre, directeur.)

Sur le catalogue des plantes cultivées au jardin de Grenoble, on distingue un nombre à peu près pareil d'espèces maritimes, la plupart également exclusives ou presque exclusives. Toutes prospèrent sans être jamais arrosées d'eau salée. (Renseignements fournis par M. J.-B. Verlot, jardinier en chef.)

A Toulouse, on n'a jamais employé que l'eau douce ordinaire. L'*Aster Tripolium* réussit rarement; il en est de même du *Diotis candidissima* et du *Convolvulus Soldanella*. Le *Medicago marina* se maintient assez bien. Les *Salsola Tragus*, *S. Kali*, *Chenopodium maritimum*, *Eryngium maritimum*, *Scilla maritima* et les *Tamarix* fleurissent habituellement. Le *Frankenia pulverulenta* se reproduit spontanément. Tous les *Statice* (*sinuata*, *bellidifolia*, *latifolia*, *Limonium*, *monopetala*) se portent à ravir et fleurissent très-bien, de même que les *Atriplex portulacoides*, *Suæda fruticosa*, *S. altissima*, *Salsola brevifolia*, *Camphorosma monspeliaca*, *Kochia scoparia*, *K. prostrata*. (Renseignements fournis par M. Clos, directeur.)

Je dois ajouter que le *Crambe maritima*, ou Chou marin, se cultive en grand dans certains pays. A plus forte raison en est-il de même du *Beta maritima*, qu'on s'accorde à regarder comme la souche de la Betterave. Le *Cochlearia officinalis* occupe souvent une place dans nos potagers; le *Matthiola incana*, le *Malcolmia maritima*, les *Tamarix* et beaucoup de *Statice* font l'ornement de nos jardins.

Tous les faits qui précèdent montrent clairement que, si quatre ou cinq espèces exclusives sont absolument rebelles à la culture, les autres s'en accommodent, le plus souvent, sans éprouver aucune modification. Beaucoup même prospèrent d'une manière surprenante, en cela comparables aux végétaux terrestres, qui se développent dans le sol riche et meuble des plates-bandes, au point qu'on éprouve parfois de la difficulté à les reconnaître. A Rochefort, les *Inula crithmoides*, *Beta maritima*, *Statice monopetala*, *Suæda fruticosa*, *Salsola Soda*, etc., sont de la plus magnifique venue; à Toulouse, les *Statice* « se portent à ravir ». Il est bon de remarquer que toutes les espèces dont il a été question sont des plantes maritimes par excellence, et qu'elles appartiennent aux deux zones les plus salées; d'où l'on peut inférer que celles de la troisième zone supporteraient encore mieux la culture. Toutes ces plantes ou presque toutes fleurissent, et il est à supposer que la plupart fructifient. Je n'ose pourtant affirmer absolument ce dernier point, n'ayant pu faire par moi-même qu'un très-petit nombre d'observations. J'ai vu cependant, en diverses circonstances, fructifier dans la terre ordinaire les *Tamarix anglica*, *T. africana*, *Malcolmia maritima*, *Matthiola incana*, *Inula crithmoides*, *Euphorbia Portlandica*, *E. Paralias*, *Eryngium maritimum*, *Hordeum maritimum*, *Cochlearia danica*. Les graines de certaines espèces, fortuitement disséminées dans l'intérieur du pays, germent souvent et produisent des individus vigoureux. C'est ainsi que M. Nouel a trouvé de très-beaux spécimens du *Salsola Kali* dans les sables de la Loire, à Orléans. J'ai vu moi-même, le long du chemin de fer de la Vendée et à plus de 60 kilomètres de la mer, de superbes pieds d'*Eryngium maritimum*, d'*Euphorbia Portlandica*, de *Glaucium luteum* et d'*Euphorbia Paralias* dans le sable apporté du voisinage de l'Océan, mais, assurément, dessalé. Un pied de *Cakile maritima* a levé dans mon jardin, à Poitiers, où l'on avait jeté diverses graines. Parmi les *plantes de la guerre* observées dans la même ville, ainsi qu'à Châtellerault, en 1871, se faisaient remarquer de nombreux spécimens de l'*Hordeum maritimum*, dont j'ai rencontré naguère des pieds extrêmement touffus à la gare des Lourdines, près de Poitiers.

De tout ce qui précède on peut conclure que *le sel marin n'est pas absolument indispensable à la plupart des plantes maritimes*, ou, tout au moins, que *la plupart des plantes maritimes peuvent accomplir toutes les phases de leur végétation dans un milieu où le sel marin n'entre pas en plus forte proportion que dans la terre ordinaire*.

Mais, s'il en est ainsi, pourquoi la flore maritime ne s'avance-t-elle pas dans l'intérieur des continents, pour se mêler plus intimement avec la flore terrestre? La réponse est facile : ce sont les circonstances extérieures, au moins autant que l'absence de sel marin, qui produisent cet état de choses. Il ne faut pas oublier, en effet, que les essais de naturalisation ne réussissent presque jamais, quoiqu'on les entoure des plus grandes précautions, et qu'on choisisse toujours les espèces qui semblent le mieux convenir aux terrains où l'on se propose de les acclimater. Depuis la découverte de l'Amérique, un grand nombre de plantes des États-Unis sont cultivées dans les jardins de l'Europe tempérée, où elles rencontrent, à peu de chose près, leur climat natal ; cependant, quoique plusieurs aient réussi à s'installer çà et là, on ne peut citer que trois plantes américaines, savoir, l'*Erigeron canadensis*, et, à un moindre degré, l'*Œnothera biennis* et l'*Amarantus retroflexus*, qui aient mérité les lettres de grande naturalisation (1). Deux seulement, l'*Agave americana* et le *Cactus Opuntia*, se sont complétement acclimatées dans l'Europe méridionale. C'est à peine si Mougeot a pu introduire une ou deux Saxifrages alpestres dans les Hautes Vosges, où elles ne gagnent point de terrain. Des innombrables semis effectués dans le Jura bernois par M. Vernier, ancien directeur du jardin botanique de Porentruy, il ne subsiste, à ma connaissance, qu'une seule espèce : le *Corydalis lutea*. Mes semis n'ont pas réussi davantage aux environs de Montbéliard. Les plantes exotiques qui s'étaient montrées en si grand nombre dans tous les lieux où campèrent nos troupes pendant la guerre malheureuse de 1870, ont partout disparu, après avoir fait naître, chez certains agronomes, des espérances que les événements n'ont point justifiées. Une seule exceptée (*Melilotus sulcata*), les 50 ou 60 *plantes de la guerre* que j'ai observées à Poitiers, dans le pré du jardin de Blossac, n'ont pas laissé de traces, quoiqu'il y en eût plusieurs qui sont indigènes de la contrée; notamment : *Rapistrum rugosum*, *Lepidium ruderale*, *Medicago Gerardi*, *Linum angustifolium*, *Malva Nicæensis*, *Amarantus retroflexus*, *Helminthia echioides*. C'est donc uniquement le genre de station qui n'a pas convenu à ces dernières. C'est également la station, puis le climat et la concurrence vitale (1), qui opposent des obstacles insurmon-

---

(1) Les *Senebiera pinnatifida*, *Heliotropium Curassavicum*, *Phytolacca decandra*, *Chenopodium ambrosioides*, sont plus ou moins répandus sur nos côtes méridionales et occidentales ; le *Galinsoga parviflora* abonde autour de Berlin, et le *Mimulus luteus* autour de Strasbourg ; plusieurs *Aster*, plusieurs *Solidago* se voient sur divers points ; l'*Ilysanthes gratioloides* occupe les prairies humides des environs de Nantes et d'Angers, et l'*Elodea canadensis* expulse les *Potamogeton* des eaux de la France centrale. Mais ce sont là des faits locaux, toutes ces espèces ne paraissant point envahissantes, sauf peut-être le *Galinsoga*, l'*Ilysanthes* et l'*Elodea*, dont il serait néanmoins téméraire de préjuger les destinées. La réussite des acclimatations semble dépendre aussi du tempérament particulier de chaque espèce : le *Statice Limonium* et l'*Hordeum mari-*

---

timum, plantes de la première zone, se rencontrent beaucoup plus souvent loin de la mer que la plupart des espèces de la deuxième zone.

(1) La concurrence vitale me paraît jouer le rôle le plus important; c'est elle, à mon avis, qui empêche le plus efficacement la prise de possession du sol par les plantes étrangères. Toutes les invasions dont j'ai été le témoin, et notamment celle des *plantes de la guerre* (à Poitiers, à Besançon et ailleurs), se sont effectuées sur la terre dénudée, où les nouveaux venus, trouvant le champ libre, ont pu s'installer à leur aise. Tous ou presque tous (par exemple les *Trifolium*, les *Medicago*, les *Melilotus*, l'*Hordeum maritimum*) ont parfaitement fructifié en 1871; cependant, l'année suivante, l'ancien tapis végétal s'est reconstitué, et les envahisseurs ont succombé dans la lutte.

Je dois encore faire observer que la concurrence vitale, ou, pour employer le langage de M. Darwin, la lutte pour l'existence, n'est point un élément autonome, une cause *sui generis*, agissant directement, ainsi que peut le faire, par exemple, le climat ou l'état physique du sol. Elle n'est que la résultante et la traduction au dehors d'une foule de causes directes, qui s'unissent et se coalisent pour produire ensemble les effets qu'il est plus commode d'attribuer en bloc au tables aux tentatives de naturalisation les mieux conçues. Notons qu'il ne s'agit ici que de plantes terrestres à acclimater dans des terrains non salés. A plus forte raison, les mêmes obstacles viennent-ils s'opposer à l'introduction des espèces maritimes au milieu de la flore continentale. C'est à eux qu'on doit, assurément, attribuer, en grande partie, la séparation de la flore maritime et de la flore terrestre. Puisqu'il est bien prouvé que le sel marin, en certaine quantité, n'est pas absolument indispensable à la première, et que, d'un autre côté, les expériences de M. Peligot, ainsi que beaucoup de faits de dispersion, témoignent de la répugnance absolue des plantes terrestres pour les milieux salés, on arrive à cette conclusion finale : *Le sel marin repousse les plantes terrestres plus énergiquement qu'il ne peut fixer et attirer les plantes maritimes*.

Il serait intéressant de connaître la quantité de soude nécessaire pour expulser les plantes terrestres, et celle qui suffit pour fixer les plantes maritimes dans les zones salées. Malheureusement aucune expérience n'a été faite à cet égard sur les végétaux spontanés. On peut affirmer, toutefois, que la plupart des espèces maritimes se contentent d'une quantité d'alcali extrêmement petite. Du sable pris à Fouras, dans le haut de la plage, ne m'a donné, à l'analyse quantitative, que des traces de chlorure de sodium, quoique la flamme du chalumeau accusât fort nettement la présence de la soude. Ce sable était assez rapproché de la mer pour renfermer encore 20,15 de carbonate de chaux; il nourrit les *Cakile maritima*, *Eryngium maritimum*, *Convolvulus Soldanella*, *Salsola Kali*, *Triticum junceum*, et d'autres plantes qui savent extraire une notable proportion de soude d'un milieu presque dessalé dans les circonstances ordinaires, mais qui peut se charger de sel quand les tempêtes y projettent l'écume des vagues. Quoique les plates-bandes du jardin botanique de

---

combat pour l'existence. Si une espèce ne peut soutenir la lutte avec ses voisines, c'est évidemment parce qu'elle est moins robuste, ou moins prolifique, ou plus frileuse, ou plus délicate sur le choix du milieu et de l'alimentation, etc., etc. La concurrence vitale n'est donc que l'expression des qualités ou des défauts provenant de la nature intime, de l'organisation particulière de chaque espèce.

Rochefort soient arrosées avec de l'eau parfois un peu salée, la terre végétale prise au pied du *Sarothamnus scoparius*, au mois d'août 1875, n'accusait, pour ainsi dire, aucune trace de soude au chalumeau à gaz; toutes les espèces maritimes que j'y ai vues à la même époque étaient de la plus belle venue. Sans rien oser conclure d'observations aussi peu nombreuses, je me sens néanmoins porté à supposer que les plantes maritimes se contentent, en général, d'une quantité de soude insuffisante à expulser les plantes terrestres.

2° *Flore terrestre.* — Elle occupe la vaste superficie des terres fermes, à l'exception des zones maritimes et des lieux où existent des sources et des inflorescences salines. Je n'ose affirmer qu'elle soit fixée par la potasse, comme la flore des rivages est fixée par la soude, puisque la plupart des espèces maritimes renferment également de la potasse. Comme cet alcali se trouve en aussi forte proportion dans le sol maritime que dans le sol ordinaire, il est plus naturel de conclure que la flore terrestre est éloignée du littoral par le chlorure de sodium. Cette hypothèse, dont je crois avoir démontré l'exactitude, n'est d'ailleurs point inconciliable avec celle d'une influence directe de la potasse sur les plantes des milieux dessalés.

Quand bien même on admettrait exclusivement cette dernière, il ne faudrait pas s'attendre à trouver les plantes terrestres parquées dans des régions comparables aux zones maritimes, puisque la potasse assimilable n'existe qu'en quantité presque infinitésimale, et à peu près pareille, dans tous les sols. Aussi les contrastes qu'on peut observer dans la flore terrestre proviennent-ils d'une autre cause. Je n'ai pas hésité à les attribuer à la chaux, sans tenir compte de la silice, de la potasse, de l'alumine, des oxydes métalliques et de toutes les substances que je regarde comme neutres ou inertes. Mais ce n'est que dans des circonstances exceptionnelles (basaltes de l'Auvergne, dunes maritimes) que la chaux se mélange peu à peu avec des minéraux d'une autre nature; presque toujours le sol calcaire succède brusquement au sol siliceux, de façon que les flores contrastent vivement et sans se mêler en aucune manière. Il ne s'agit pas ici, bien entendu, des plantes indifférentes qui se rencontrent sur toute espèce de terrain. Le problème se réduit donc à examiner à quel degré sont exclusives les calcicoles et les calcifuges.

Il est bon de faire remarquer auparavant que *l'influence du sel marin est plus générale que celle de la chaux*. Parmi les 1700 espèces (nombres ronds) portées dans les listes de classement qui vont suivre, 140 sont maritimes et 1550 sont terrestres. De ces dernières, 150 au plus s'aventurent dans les zones salées, et peuvent être regardées comme indifférentes à l'action de la soude. Ce n'est pas le dixième des plantes cataloguées. Au contraire, sur les 1550 espèces terrestres, 780, c'est-à-dire plus de moitié, se montrent absolument indifférentes à l'action de la chaux. Il semble donc que l'influence des deux bases soit en raison de la solubilité de leurs sels. Cela ne veut pas dire, toutefois, que, lorsqu'elle agit, la chaux n'ait pas une énergie égale à celle de la soude. Je dois ajouter que mes listes de classement, renfermant, sans aucun choix, les espèces que j'ai rencontrées dans mes herborisations, représentent fidèlement l'état moyen de la végétation dans l'Europe tempérée.

Je reviens à la flore terrestre. Nous avons, dis-je, à rechercher à quel degré se montrent exclusives les calcicoles et les calcifuges.

A l'égard des premières, il est assez difficile de se prononcer tout d'abord, attendu qu'elles n'ont pas été suffisamment étudiées à notre point de vue. Je pourrais même ajouter qu'elles n'ont pas été suffisamment recensées. La plupart des flores et des catalogues, ne comprenant que des régions fort limitées, dont l'étendue dépasse rarement celle d'un département, il peut arriver et il arrive que beaucoup de plantes cantonnées sur le calcaire, dans les lieux où elles ne rencontrent pas d'autre roche dysgéogène à leur disposition, se trouvent désignées comme calcicoles, lorsqu'elles sont indifférentes en réalité. Le botaniste confiné dans la région des Vosges et du Jura septentrional n'hésiterait pas à regarder comme des caractéristiques exclusives de la chaux les *Rosa pimpinellifolia*, *Ruscus aculeatus*, *Cynanchum Vincetoxicum*, *Buxus sempervirens*, *Seseli montanum*, et beaucoup d'autres espèces que j'ai moi-même autrefois considérées comme telles. Mais ses idées se modifieront singulièrement s'il vient à explorer des contrées plus chaudes et moins humides. En société des *Ulex*, des *Sarothamnus*, des *Erica* et de toute la population de la silice, le *Rosa pimpinellifolia* et le *Ruscus aculeatus* pullulent à tel point dans le sable quartzeux pur de la forêt d'Arvert, que je n'hésite pas à les déclarer indifférentes. Ce sont des xérophiles qui se plaisent partout où elles rencontrent la sécheresse, dans le sable aussi bien que sur le calcaire. Je dirai presque la même chose du *Cynanchum*, qui est fort abondant, et d'une assez belle venue, dans le sable siliceux pur de la forêt de Châtellerault, et dont j'ai recueilli de magnifiques spécimens sur les rochers granitiques du lit de la Vienne, à l'Ile-Jourdain. Le *Seseli montanum* recouvre de même les granits massifs de Ligugé, près de Poitiers, et le *Buxus* occupe, dans le plateau Central et les Pyrénées, toute espèce de station dysgéogène. Pour énumérer exactement toutes les plantes calcicoles, il faut donc choisir un champ d'études extrêmement vaste ; aussi ne doit-on puiser qu'avec circonspection dans la plupart des catalogues.

Ces réserves faites, je dirai que la flore du calcaire peut sembler, au premier aperçu, moins exclusive que celle de la silice, puisqu'on la trouve installée sur les porphyres, les basaltes, les dolérites, certaines laves, certains grès, certains sables, aussi bien que sur le calcaire pur. Mais on reconnaît bientôt que les apparences ont été prises pour la réalité, et que toutes ces roches contiennent une proportion notable de carbonate de chaux, qui provient de la décomposition de quelque minéral constitutif ou qui se trouve mécaniquement interposé. Cependant, même en tenant compte de ce qui précède, il me semble que *les calcicoles sont moins exclusives que les calcifuges*. Je n'hésite donc pas à modifier quelque peu l'opinion que j'avais émise à cet égard dans mon premier mémoire. Toutefois je m'exprime avec une certaine réserve, attendu que je puis uniquement spéculer sur les faits de contraste recueillis pendant mes herborisations, tandis que la solution complète et rigoureuse du problème exigerait des expériences de culture qui n'ont point encore été entreprises. En tout état de choses voici quelques-uns de ces faits :

Sur les plateaux jurassiques du Poitou et d'autres contrées, la flore de la silice s'avance au milieu de celle du calcaire aussi loin que s'étendent les lambeaux diluviens. Les moindres traînées, les plus minces nappes de transport, n'eussent-elles que quelques centimètres d'épaisseur, sont occupées par les plantes calcifuges. Comme exemples je citerai les coteaux boisés et rocailleux qui s'étendent des deux côtés de la nouvelle route de Poitiers à Gençais, aux abords de la tranchée du chemin de fer; puis les plateaux arides et dénudés qui bordent la voie ferrée d'Angoulême à Limoges au delà de la station du Quéroy. On y trouve les *Ulex*, *Sarothamnus*, *Calluna*, *Erica*, etc., installés au milieu des *Helleborus fœtidus*, *Cytisus supinus*, *Globularia vulgaris*, *Teucrium montanum*, *T. Chamædrys*, *Hippocrepis comosa*, *Helianthemum pulverulentum*, *H. salicifolium*, etc. Ce n'est pas un mélange, c'est une véritable promiscuité, les plantes du calcaire étant souvent enracinées côte à côte avec celles de la silice, dans un diluvium qui ne fait aucune effervescence avec les acides. Il est vrai que la roche calcaire se trouve en contact presque immédiat; mais je me suis assuré que beaucoup d'individus appartenant aux espèces calcicoles se contentent du milieu qui nourrit les calcifuges. Mêmes observations dans les pâtures rocailleuses des environs de Vanzay (Deux-Sèvres), si improprement appelées, au moins dans leur état actuel, forêt de Chevet : les *Teucrium montanum*, *Globularia vulgaris*, *Polygala calcarea*, *Chrysocoma Linosyris*, etc., qui pullulent dans cette localité, suivent fidèlement les affleurements calcaires; mais on les rencontre aussi, par exception, sur des lambeaux argileux qui ne font point effervescence. Cette plus large tolérance des calcicoles se remarque dans une foule d'autres circonstances, et nous aide à expliquer la présence plus ou moins accidentelle de certaines espèces, médiocrement exclusives, sur des roches qui ne renferment, pour ainsi dire, point de calcaire, telles que basalte compacte, sable quartzeux et même granit.

Tous ces exemples, et une infinité d'autres analogues, que chacun a pu recueillir, témoignent, si je ne me trompe, d'une certaine facilité d'habitudes, qui doit faire regarder les plantes de la chaux comme moins exigeantes que celles de la silice. Elles rencontrent d'ailleurs partout un peu de chaux; et il est possible qu'une quantité de ce minéral, impuissante à expulser les plantes de la silice, suffise pour entretenir la vie de certaines calcicoles. Ces dernières ressembleraient alors aux plantes maritimes, dont la plupart accomplissent toutes les phases de leur végétation dans nos jardins botaniques, où elles doivent se contenter de l'infime proportion de chlorure de sodium qui existe dans le sol.

Les calcifuges paraissent infiniment plus exclusives. Le Genêt à balais, les Ajoncs, les Bruyères, le Châtaignier, etc., tolèrent au plus quelques centièmes de chaux. Dès que cette base se montre, on les voit disparaître. Dans tous les lieux où existe la promiscuité dont je viens de parler, ce sont les calcicoles qui deviennent accommodantes : aucun pied de Bruyère ou d'Ajonc ne prend naissance sur un point où les acides décèlent la présence du calcaire. Aux extrêmes limites des charriages diluviens, et lorsqu'ils se trouvent réduits à une pellicule de quelques centimètres d'épaisseur, les calcifuges qui peuvent y exister d'aventure restent chétives et rabougries, et leur teinte pâle trahit l'insuffisance de la chlorophylle. Les espèces réellement caractéristiques de la flore calcifuge n'empiètent donc jamais sur le domaine de la flore calcicole, tandis que la réciproque est moins rigoureusement exacte.

Il y a cependant des circonstances où l'on pourrait être induit en erreur, si l'on s'en rapportait aux apparences; et c'est ici le lieu de répondre à l'une des questions formulées de la manière suivante dans mon premier mémoire : « Rechercher s'il se pré-» sente des cas où la flore calcifuge, et en particulier le *Saro-» thamnus*, existe dans un sol renfermant du calcaire. »

Oui, il s'en présente; mais j'ai hâte de déclarer que la théorie de l'influence chimique n'en reçoit aucune atteinte. J'ai choisi le *Sarothamnus*, parce que cet arbuste est l'une des calcifuges les plus exclusives, sinon la plus exclusive de toutes ; parce qu'il pullule partout où on le rencontre ; enfin, parce que son port, extrêmement remarquable, le fait aisément distinguer, même dans les saisons où ses innombrables fleurs jaunes n'attirent point les regards. En Touraine, dans le Poitou, l'Angoumois, la Saintonge et ailleurs, on le voit assez souvent sur le calcaire jurassique ou crétacé dans les tranchées des routes et des chemins de fer. Au pied de l'arbuste, le sol fait une vive effervescence avec les acides, de sorte que le *Sarothamnus* peut sembler enraciné dans le calcaire désagrégé et pulvérulent. Mais si l'on enlève la couche superficielle, incessamment renouvelée par les éboulis et les parcelles qui tombent du haut de la tranchée, on voit toujours qu'il a pris racine dans un lambeau de diluvium, également précipité du haut, et accidentellement fixé dans quelque cavité. Ce sont, par conséquent, des graines ou de très-jeunes pieds développés dans un milieu d'abord privé de calcaire. Dès que la plante a gagné quelque vigueur, elle continue à végéter, et même à prospérer, si le lambeau diluvien lui fournit un asile convenable. Dans le cas contraire (et c'est le plus habituel), les racines de l'arbuste finissent par plonger dans le calcaire ; ou bien encore la couche recouvrant le lambeau diluvien devient assez épaisse pour que l'eau pluviale se charge d'une certaine quantité de chaux : alors la plante languit et se décolore. Mêmes résultats en ce qui concerne les Ajoncs et les Bruyères : mes observations, à cet égard, sont extrêmement nombreuses.

On peut voir des choses analogues dans les sables maritimes. Le long de la plage qui borde au sud le pertuis de Maumusson, entre les bains de Ronces et la Pointe des Espagnols, les Pins s'avancent jusqu'au contact du rivage, qu'ils dominent de quelques mètres ; de sorte que le sable coquillier, n'ayant plus accès depuis longtemps, le *Sarothamnus*, l'*Ulex europæus*, le *Pteris aquilina* et d'autres calcifuges peuvent s'avancer jusqu'au bord de la mer. A l'issue de la forêt, du côté de la Pointe, les dépressions qui se trouvent en arrière des premières dunes sont encore parsemées de nombreux buissons d'*Ulex* et de *Sarothamnus*, les uns prospères et vigoureux, les autres chétifs et décolorés. Presque toujours le sable fait effervescence au pied des uns et des autres; mais, toutes les fois que j'ai eu la patience de creuser à une profondeur suffisante, j'ai vu que l'effervescence diminuait, et qu'elle finissait par devenir très-peu de chose. Il me paraît donc probable que toutes ces plantes, qui datent au moins d'une dizaine d'années, ont pris racine dans un sable siliceux pur, qui s'est ensuite trouvé recouvert de sable coquillier enlevé par les vents aux dunes littorales. Pour quiconque a eu occasion d'étudier la singulière mobilité des sables maritimes et l'irrégularité de leurs allures, cette hypothèse n'a rien que de vraisemblable. Ce n'est donc que par une sorte d'artifice que les caractéristiques de la silice peuvent se trouver accidentellement au milieu du calcaire; jamais elles ne s'y propagent naturellement, jamais je ne les y ai vues dans les conditions normales.

Tout en confirmant mes assertions relatives à l'intolérance des calcifuges exclusives, ces faits paraissent indiquer que plusieurs savent se plier aux circonstances, et s'habituer quelque peu à un sol ennemi, mais seulement à un certain âge, et lorsqu'elles ont acquis une certaine vigueur. S'il en est ainsi, on pourrait les comparer aux Conifères exotiques et à beaucoup de plantes délicates, qu'on préserve du froid tant qu'elles ne sont pas assez robustes pour braver la rigueur de nos hivers. Mais ici encore il y aurait des expériences à faire.

Considérée d'une manière générale, la flore calcifuge éprouve pour la chaux une répugnance comparable à celle de la flore terrestre pour le sel marin. Mais toutes les calcifuges ne se montrent pas également difficiles; et l'on pourrait indiquer, dans la flore de la silice, des nuances presque aussi nombreuses que dans la flore maritime. Ainsi, le Genêt à balais (*Sarothamnus*), les Bruyères, les Ajoncs (surtout l'*Ulex nanus*), le Châtaignier et beaucoup d'autres espèces, ne peuvent être cultivés dans une terre qui renferme, à ce qu'il m'a paru, plus de 2 à 3 centièmes de chaux. L'espèce la moins exclusive du groupe me semble être l'*Erica scoparia*. Le *Rumex Acetosella* et la Digitale pourpre tolèrent un peu plus de calcaire ; on cultive celle-ci dans les jardins de Montbéliard et de Poitiers, où le Genêt ne peut s'installer. A l'état spontané, elle est cependant moins accommodante que le *Jasione montana*, le *Pteris aquilina*, l'*Aira canescens*, et d'autres espèces assez fréquentes dans les sables maritimes effervescents. Une nouvelle nuance est indiquée par les *Sinapis Cheiranthus*, *Cotyledon Umbilicus*, *Vulpia Pseudo-Myuros*, qui pullulent sur le granit, mais qu'on trouve également, beaucoup moins nombreux et moins sociaux, il est vrai, sur les murs et les débris purement calcaires. Enfin on ose à peine affirmer que les *Raphanus Raphanistrum*, *Genista pilosa*, *Polypodium vulgare*, soient plutôt calcifuges qu'indifférents.

Il y aurait maintenant à déterminer la quantité de chaux nécessaire pour fixer les calcicoles et celle qui suffit pour repousser les calcifuges. Malheureusement les observations et les expériences ne sont pas plus nombreuses à propos de la chaux qu'à propos de la soude. J'ai cité plusieurs faits de dispersion montrant que beaucoup de calcicoles vivent et se multiplient à côté des calcifuges, dans des milieux qui ne font point effervescence avec les acides. Or j'ai pu reconnaître, par un certain nombre d'expériences, que la terre végétale peut contenir jusqu'à 2 et même 3 centièmes de carbonate calcaire, représentant un peu plus d'un centième de chaux, sans qu'il se produise, à froid, une effervescence sensible. Une quantité de chaux encore plus minime suffit aux *Vicia lutea*, *Cynanchum Vincetoxicum*, *Convallaria Polygonatum* de la forêt de Châtellerault, où la terre, prise au pied du *Cynanchum*, ne renferme, pour 100 parties, que 0,17 de calcaire, soit 0,09 de chaux. Mais ce sont là des faits isolés, desquels il serait téméraire de rien déduire, en attendant que des expériences de culture sur la plupart des calcicoles, depuis les plus exclusives jusqu'aux plus accommodantes, nous aient complétement renseignés.

La même réserve s'impose de droit, si l'on veut essayer d'indiquer la quantité de chaux qui suffit pour exclure les calcifuges. Il est certain que cette quantité varie suivant les espèces, comme varie également la proportion de chaux dont se contentent les calcicoles des diverses catégories. Il est probable néanmoins que les calcifuges les plus exclusives (*Ulex*, *Erica*, *Sarothamnus*, etc.) ne tolèrent pas plus de 2 à 3 centièmes de chaux, au maximum. J'ai dit que M. Chatin estime cette quantité à 3 centièmes pour le Châtaignier. Les expériences de culture du jardin de Rochefort prouvent que la proportion de 7,77 est trop forte pour le *Sarothamnus*, qui s'accommode néanmoins de la proportion de 1,59 trouvée dans le diluvium de Colombier-Fontaine (Doubs). Mais, dans cette dernière localité, il n'arrive jamais à une grande taille, et, quoiqu'il fleurisse et fructifie très-bien, il contraste vivement, par son humble attitude, avec les individus si élancés et si robustes des collines sous-vosgiennes les plus voisines. Je serais donc porté à admettre que le *Sarothamnus* peut tolérer, au plus, 2 centièmes de chaux. Et s'il était permis de conclure de probabilités qui demandent à être confirmées par un plus grand nombre de faits, j'ajouterais : il faut moins de chaux pour fixer la plupart des calcicoles que pour repousser les calcifuges.

A propos de ce qui précède, je dois faire observer que l'essai du terrain à l'acide n'en est pas moins un excellent procédé pour reconnaître, non pas si le sol renferme ou non du calcaire, absolument parlant, mais s'il en contient une proportion qui repousse les calcifuges ou qui leur permette de s'installer. A la vérité, les calcaires fortement chargés de magnésie ou de silice intimement mélangée, ne font pas effervescence à froid ; mais il me semble que la chaux masquée par ces deux substances n'est pas plus soluble dans l'eau d'infiltration chargée d'acide carbonique que dans l'acide chlorhydrique ou l'acide azotique, bien autrement puissants. Dans ces conditions, le calcaire se comporte comme un corps inerte et non assimilable ; et ce n'est que la quantité en surplus (quand elle existe) accusée par l'effervescence de la roche, qui paraît réellement active. Ces derniers faits, il est vrai, demandent à être vérifiés.

En résumé, *il existe une grande ressemblance entre l'action de la chaux et celle de la soude*, quoique la première soit moins générale et ne s'exerce que sur un nombre de végétaux beaucoup plus restreint : *les deux bases fixent chacune des plantes particulières; elles en repoussent d'autres; leur force d'attraction est moindre que leur force de répulsion.* On pourrait dire, en outre : *il est probable que les plantes maritimes et les calcicoles se contentent d'une quantité de soude et de chaux insuffisante pour repousser les plantes terrestres et les calcifuges.* Comme corollaire, et pour compléter la similitude, on pourrait ajouter, enfin, que *les calcicoles sont moins nombreuses que les calcifuges, de même que les plantes maritimes sont moins nombreuses que les plantes terrestres.* Cette dernière proposition est démontrée par les listes dont il a été question, et qui mentionnent 314 calcicoles contre 455 calcifuges, et 140 plantes maritimes contre 1400 plantes terrestres, repoussées par le sel marin.

§ 4.

SI L'INFLUENCE DU TERRAIN S'EXERCE ÉGALEMENT SUR LES PLANTES DE TOUTES LES FAMILLES.

Je n'hésite pas à répondre par l'affirmative. Cette influence me paraissant suffisamment établie en ce qui concerne les plantes vasculaires phanérogames et cryptogames, je n'ai plus à m'occuper que des plantes cellulaires.

Les *Mousses* et les *Hépatiques* obéissent à la loi commune. Il y a déjà longtemps que M. Schimper et d'autres botanistes ont distingué des Mousses calcicoles et des silicicoles. Les observations si précises de M. Quélet rapportées plus haut, celles de M. l'abbé Boulay (1), de M. F. Renauld (2), de M. Lamy (3) et de beaucoup d'autres observateurs achèvent de mettre ce fait hors de doute.

---

(1) *De la distribution géographique des Mousses dans les Vosges et le Jura* (*Bull. de la Soc. bot. de France*, 1871, t. XVIII, p. 213).

(2) *Aperçu phytostatique sur le département de la Haute-Saône*, etc., p. 25 et suiv., et p. 353 et suiv. Vesoul, 1873.

(3) *Mousses et Hépatiques du département de la Haute-Vienne*, p. 52. Paris, 1875.

Les *Lichens* se montrent aussi exclusifs, sinon davantage. M. Weddell (1) divise ces petits végétaux en *silicicoles*, *silicicoles calcifuges*, *calcivores*, *calcicoles* et *omnicoles*, ces derniers correspondant aux plantes indifférentes. Il attribue à une action nuisible de la chaux la répulsion exercée par le calcaire sur les silicicoles calcifuges, et il regarde les roches siliceuses comme un milieu inerte et sans influence, servant de refuge à ces dernières. C'est donc absolument la théorie que je soutiens moi-même (2). Quoique le savant botaniste se borne à un simple énoncé, avec listes de plantes à l'appui, je n'ai pas besoin d'insister sur la grande importance de ses conclusions. Si le même Lichen, et, à plus forte raison, si un groupe nombreux de Lichens habite indifféremment les roches siliceuses privées de calcaire et l'écorce des arbres, comme celle-ci ne peut leur fournir de la silice, il est bien évident que la plante y cherche uniquement un support; d'où l'on peut inférer que la roche siliceuse ne lui sert pas d'une autre manière, et d'où l'on peut conclure à la neutralité de la silice. Le problème se complique singulièrement, à la vérité, dès qu'il s'agit des plantes vasculaires, enracinées, comme on le sait, dans des milieux de composition variée, où elles puisent la plus grande partie de leur alimentation. C'est ce qu'a bien compris M. Weddell, qui s'exprime de la manière suivante dans un mémoire récent (3) où il est plus explicite :

(1) *Sur le rôle du substratum dans la distribution des Lichens saxicoles* (*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 19 mai 1873, t. LXXVI, p. 1247. — *Les Lichens du massif granitique de Ligugé au point de vue de la théorie minéralogique* (*Bull. de la Soc. bot. de France*, 1873, t. XX, p. 142).

(2) Une revendication de priorité ayant été portée devant l'Académie des sciences (14 juin 1875), je crois devoir rappeler qu'en 1858 M. Parisot indiquait et cherchait à expliquer l'action nuisible de la chaux sur les plantes de la silice ; qu'en 1870 M. Chatin signalait cette action sur le Châtaignier ; enfin, qu'en 1873 M. Weddell regardait, en outre, les roches siliceuses comme un milieu neutre, servant de refuge aux Lichens qui ne peuvent s'installer sur les roches calcaires.

(3) *Les substratum neutres* (*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 2 août 1875, t. LXXXI, p. 211).

« Qu'il me soit permis... de faire remarquer que si je suis » parvenu à des résultats aussi simples et susceptibles d'une » définition aussi précise, c'est surtout aux conditions offertes » par mon champ d'études (le substratum des Lichens) que j'en » suis redevable. Au lieu de plantes pourvues d'un système » complexe d'organes souterrains, au lieu de sols variant » presque à l'infini par leur composition chimique aussi bien » que par leurs conditions physiques, et à chaque élément des» quels j'aurais été tenté d'attribuer une part quelconque dans » le résultat général, je me suis trouvé n'avoir affaire qu'à des » plantes chez lesquelles le système radiculaire est réduit à sa » plus simple expression, à des substratum consistant en élé» ments minéralogiques le plus souvent isolés, à des conditions » physiques enfin dont il était facile de faire abstraction com» plète. Ce n'est pas tout ; à côté de ces substratum minéraux, » représentés par un bloc de grès, par exemple, ou de calcaire » jurassique, s'en présentaient d'autres, appartenant au règne » organique : des écorces, de la mousse végétante, etc., servant » parfois de soutien aux mêmes végétaux que ceux qui étaient » fixés sur les rochers voisins, et pouvant ainsi me donner la » mesure de l'importance que je devais attribuer à la compo» sition chimique du substratum minéral. Or, c'est cette consta» tation, maintes fois réitérée, que j'ai pu faire, dans les con» ditions signalées, de la prédilection absolue de certains Lichens » pour les roches calcaires, d'une part, et, d'autre part, de l'in» différence montrée par un grand nombre de ces végétaux pour » la nature siliceuse ou organique du substratum, qui m'a » amené à reconnaître l'existence de substratum neutres ; com» prenant, je le répète, tous ceux, tant minéraux qu'organiques, » dans lesquels l'élément calcaire fait absolument défaut, ou se » trouve assez dissimulé pour cesser d'être nuisible. »

On voit donc que les Lichens obéissent rigoureusement aux mêmes lois que les plantes vasculaires.

Si la théorie de M. Schwendener repose sur des fondements solides, et s'il est vrai, comme je me sens disposé à l'admettre, que les Lichens ne sont que des Champignons ascomycètes parasites sur des Algues, on comprendra plus aisément que les *Champignons* eux-mêmes n'échappent point à l'influence chimique du terrain, quoique les neuf dixièmes de ces végétaux naissent directement de substances organiques à tous les degrés de décomposition. Ne m'étant jamais occupé de la recherche et de la détermination des plantes cellulaires, et me trouvant incapable de me former une opinion par moi-même, je me suis adressé à un observateur dont on ne contestera ni le savoir ni la compétence. M. L. Quélet (lettre du 24 septembre 1875) est porté à admettre l'influence du terrain sur la dispersion naturelle des Champignons ; et les réserves qu'il se croit obligé de faire, et dont je m'empresse de lui donner acte, proviennent uniquement de ce qu'il a travaillé isolément, et de ce qu'il n'a pu comparer que les Vosges et le Jura. M. Quélet indique comme calcicoles : *Lepiota Friesii*, *Tricholema Irinus*, *Tr. personatus*, *Clitocybe Amarella*, *Collybia juranus*, *Psalliota angustus*, *Inocybe corydalinus*, *Hygrophorus penarius*, *Russula Sardonia*, *Boletus Satanas*, *Polyporus Montagnei*, *Telephora atro-citrina*, *Lycoperdon velatum*, *Scleroderma verrucosum*, *Hysterangium clathroides*, *Tuber mesentericum*, *T. rapæodorum*, *Genea sphærica*, *Morchella semilibera* ; et comme silicicoles : *Ammanita Eliæ*, *Tricholema Columbetta*, *Clitocybe Hirneolus*, *Collybia distortus*, *Naucoria escharoides*, *Stropharia luteonitens*, *Cortinarius violaceus*, *Gomphidius roseus*, *Lactarius turpis*, *L. viridis*, *L. rufus*, *Russula Xerampelina*, *Cantharellus Friesii*, *C. umbonatus*, *Boletus cyanescens*, *Polyporus cristulatus*, *P. pes-Capræ*, *Telephora terrestris*, *Lycoperdon montanum*, *Scleroderma vulgare*, *Rhyzopogon luteolus*, *Rhizina undulata*, *Gyromitra esculenta*, *Onotica splendens*.

En ce qui concerne les *Algues* d'eau douce, je n'ose encore rien affirmer, n'ayant pu me procurer des renseignements d'une précision suffisante. M. Sirodot, à qui je me suis adressé en dernier lieu, a cru devoir observer la même réserve, attendu que ses travaux n'ont porté que sur les Algues d'une partie de la Bretagne, où le calcaire n'est représenté que par quelques lambeaux insignifiants. Néanmoins le savant doyen de la Faculté de Rennes a distingué des Batrachospermes qui lui semblent confinés dans des cantons déterminés : « Ainsi, les grès, les » schistes et surtout la région tourbeuse ont des espèces spé- » ciales. » (Lettre du 9 novembre 1875.) Si des influences qui paraissent d'ordre purement physique peuvent établir de pareils contrastes, il est permis de supposer que l'action chimique du terrain, qui se traduit par des diversités extrêmement sensibles dans la nature des substances que les eaux douces tiennent en dissolution, en produit de beaucoup plus significatifs. Mais je ne puis émettre qu'une simple hypothèse, et je n'insisterai pas davantage, ne voulant point affirmer ce que je ne sais pas. C'est donc en laissant provisoirement les Algues hors de cause, que je conclurai : *L'influence chimique du terrain s'étend également à toutes les familles végétales.*

§ 5.

ACTION PARTICULIÈRE DES COMPOSÉS MINÉRAUX.

Nous avons maintenant à étudier, au point de vue de la dispersion des végétaux, l'action des substances minérales les plus répandues. Mais, avant d'entrer en matière, je dois indiquer, au préalable, les résultats généraux qu'on peut déduire de l'analyse chimique des plantes et des terrains. Malheureusement, dans l'état actuel des recherches, la chimie n'a point encore fourni les renseignements qu'on est en droit de lui demander, et qu'elle livrera certainement quelque jour, de concert avec la physiologie. Des milliers d'analyses de plantes ont été publiées; mais la plupart sont anciennes et souvent imparfaites. Beaucoup ne portent que sur des espèces cultivées, et ne peuvent guère être utilisées dans ce travail. A plus forte raison en est-il de même de toutes celles où la nature du terrain ne se trouve pas indiquée. Malgré tout ce qu'elles laissent à désirer, il est cependant possible de tirer quelques lois générales de l'ensemble d'un grand nombre d'analyses que je ne reproduirai pas ici, mais qui sont dues, en grande partie, à MM. Malaguti et

Durocher, au mémoire desquels (1) je renvoie le lecteur. Voici les principales conclusions auxquelles on arrive :

1. *Quelle que soit la nature du terrain, le sol renferme toujours, ne fût-ce qu'en proportion infinitésimale, les éléments inorganiques nécessaires à la vie des plantes.* — Cela résulte encore moins de l'analyse directe des terrains, que de celle des cendres végétales, où l'on trouve constamment la silice, la potasse, la chaux, la magnésie, le fer, le soufre, le phosphore, et quelquefois la soude, la lithine et d'autres substances moins répandues.

2. *Sur toute espèce de terrain, les plantes s'assimilent, en quantité suffisante, les éléments qui leur sont indispensables, quelque minime qu'en soit la proportion dans le sol.* — Cette proposition est une espèce d'axiome, qui n'a besoin d'autre démonstration que la présence de la végétation sur tous les sols. On peut donc comparer les plantes à des appareils d'analyse d'une délicatesse extrême, qui savent isoler des principes difficiles à obtenir autrement.

3. *Sur le même terrain, la quantité de principes inorganiques assimilés par les végétaux varie suivant les familles, les espèces, et, probablement, suivant les individus.* — Cela résulte de l'ensemble des analyses, où l'on ne voit certainement jamais deux plantes différentes accuser la même teneur en silice, en potasse, en phosphore, etc.

4. *Pour chaque espèce, la quantité des principes assimilés peut également varier suivant la nature du sol, la même plante absorbant, en général, mais sans sortir de certaines limites, une proportion d'autant plus forte d'un minéral déterminé, que ce minéral existe en plus grande abondance dans le terrain.* — Ainsi, pour ne parler que de la chaux, les analyses de huit espèces différentes ont donné à MM. Malaguti et Durocher une quantité de cette base variant de 34,83 à 22,09, suivant que les plantes avaient été cueillies sur un sol calcaire ou sur un sol privé de

---

(1) *Recherches sur la répartition des éléments inorganiques dans les principales familles du Règne végétal* (*Ann. de chimie et de physique*, 3e série, 1858, t. LIV, et *Ann. sc. nat.*, 4e série, Bot., t. IX, p. 222).

chaux. Dans le *Brassica Napus*, l'écart s'est élevé de 43,60 à 19,48; dans le *Dactylis glomerata*, il n'était que de 6,24 à 4,62.

5. *En général, les plantes des terrains siliceux sont plus riches en silice et en alcali que celles des terrains calcaires, lesquelles sont, à leur tour, plus riches en chaux.* — Cela résulte de l'ensemble des analyses.

6. *En général, les calcifuges renferment plus de silice et d'alcali, et moins de chaux que les calcicoles et les indifférentes.* — Cela résulte également de l'ensemble des analyses. Il y a néanmoins beaucoup d'exceptions. Ainsi, d'après les chimistes précédemment cités, les *Ulex nanus*, *Asterocarpus Clusii*, *Luzula maxima*, *Polygonum Fagopyrum*, qui sont des calcifuges exclusives, ne contiennent respectivement que 10,17, 7,59, 5,46, 3,22 de silice; tandis que les *Agrimonia odorata*, *Sedum album*, *Clinopodium vulgare*, *Onobrychis sativa*, qui sont indifférentes ou calcicoles, en renferment 29,07, 22,88, 20,60 et 15,50. D'autres analyses (1) donnent 8,50 de silice pour le Châtaignier et 5,50 pour le Bouleau, plantes essentiellement calcifuges, tandis que le Sapin, qui appartient à la catégorie des indifférentes, en contient 13,00; elles indiquent 48,80 de chaux dans les cendres du *Prunus Mahaleb*, calcicole exclusive, tandis que le Châtaignier en renferme 51,10, et le Bouleau, 52,20. J'ajouterai que beaucoup de Graminées, et notamment les céréales, absorbent une énorme quantité de silice, qui est à peu près la même sur toute espèce de sol.

On voit que l'analyse des cendres végétales fournit, en général, des résultats conformes aux prévisions, mais, qu'en somme elle n'apprend rien de bien nouveau. Toutes les plantes ou presque toutes renfermant les mêmes principes minéraux, il n'y a entre elles que des différences du plus au moins, différences, en général, peu sensibles. De nombreux faits exceptionnels montrent que ces différences ont lieu tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, suivant le terrain, l'espèce et même l'individu. Jamais on ne voit quelque principe essentiel (chaux, potasse, phosphore, azote, etc.) faire absolument défaut. Il ne serait donc pas sage de conclure toujours de la présence et même de l'abondance de telle substance dans les cendres d'une plante, à une affinité particulière de la plante pour cette substance, et encore bien moins, à une préférence marquée pour le sol qui la renferme. De l'analyse des végétaux on peut déduire quelques lois générales, mais il n'est permis de lui accorder aucun crédit dans chaque cas particulier.

---

(1) *Dictionnaire d'analyses chimiques, etc.*, par J.-H. Henry Violette et P.-J. Archambault. Paris, 1860.

L'analyse des terrains conduit-elle à des résultats mieux définis? Le dernier mot de la science serait, évidemment, la connaissance exacte de la quantité de chaux, de soude, de potasse, etc., qui convient à chaque espèce; et c'est l'analyse chimique des différents sols, aussi bien que les expériences de culture dans des milieux de composition déterminée, qui nous renseignera définitivement à cet égard. Encore moins ai-je besoin de dire que, dans le genre d'études qui nous occupe, il faut toujours connaître exactement la nature chimique des terrains sur lesquels on spécule. Appliquée à l'étude du sol, la chimie est donc appelée à rendre les plus grands services : on doit la regarder comme un auxiliaire absolument indispensable. Mais, pas plus que les analyses de cendres, celles des terrains ne peuvent nous renseigner directement sur l'influence spéciale de chacun des principes minéraux qui concourent, isolément ou simultanément, à produire les faits de dispersion dont nous sommes les témoins, et dont nous nous efforçons de découvrir la cause. Autre chose, en effet, est de connaître la proportion de ces principes dans un terrain quelconque, et autre chose d'en déterminer la portion immédiatement assimilable par les végétaux. Or, c'est cette dernière seulement qu'il faut prendre en considération, attendu que les matières non assimilables, quelle qu'en soit l'abondance, ne peuvent exercer aucune action physiologique sur une plante dans l'intérieur de laquelle elles ne pénètrent point. Mais rien n'est plus difficile que d'établir l'exacte proportion des principes assimilables. Pour ne parler que de la silice, on sait que la simple lévigation n'en décèle aucune trace, même dans les sols quartzeux ou feldspathiques. Dès qu'on fait agir un acide, les silicates terreux et alcalins sont plus ou moins attaqués, et l'on obtient, à l'état naissant, une quantité de silice assimilable qui varie, dans des limites assez étendues, suivant la nature de l'acide, son degré de concentration, la durée de l'expérience, etc. Par conséquent, nous ne savons pas du tout ce qui se passe dans le sol, où il n'y a guère que l'action infiniment lente et infiniment peu énergique de l'acide carbonique et de certains acides végétaux qui puisse mettre en liberté la silice à l'état naissant. Même incertitude en ce qui concerne la potasse, dont la proportion indiquée par les réactifs varie également suivant la nature et le degré de concentration de l'acide employé. Il en est encore presque de même de la chaux, et, dans une certaine mesure, de la magnésie, du carbonate et du protoxyde de fer. A la vérité, tout le calcaire d'un terrain peut se dissoudre, à la longue, dans l'eau pluviale chargée d'acide carbonique; mais la proportion de chaux disponible dans un moment donné varie certainement en raison du régime des pluies, et de la quantité d'acide carbonique dégagée dans le sol par la décomposition des parties souterraines des végétaux et des autres matières organiques que le terrain peut renfermer. On voit à quel point est compliqué le problème dont je n'envisage ici que certains aspects. Les analyses assez nombreuses que j'ai effectuées ou qui ont été effectuées devant moi (1), et sur lesquelles j'aurai à revenir, me laissent dans la conviction que la plupart des principes minéraux immédiatement assimilables n'existent qu'à l'état de traces dans le sol, et, qu'en tout cas, le dosage en est impraticable. Avec l'unique secours de la chimie, il est donc actuellement impossible d'apprécier l'influence directe et isolée de chacun d'eux; aussi, sans négliger les renseignements que cette science est en état de fournir, prendrai-je surtout pour guides l'observation directe et la discussion des faits de contraste signalés par les botanistes.

---

(1) Ces analyses ont été faites sous mes yeux, et avec le plus grand soin, au laboratoire de la Faculté des sciences de Poitiers, par M. A. Guitteau, à qui je suis heureux de témoigner ici toute ma gratitude.

Je puis maintenant aborder mon sujet, et essayer de déterminer l'influence spéciale des minéraux les plus répandus dans le sol.

1. Soude.

La double action de cet alcali (attractive sur la flore maritime et répulsive sur la flore terrestre) n'étant mise en doute par personne, ce n'est que pour mémoire que je mentionne ici la soude, qui est presque toujours absorbée à l'état de chlorure de sodium, et dont le rôle physiologique est encore inconnu.

2. Chaux.

Je crois avoir suffisamment établi que la chaux exerce également une double influence : d'une part, elle attire les espèces calcicoles, et, d'autre part, elle repousse les silicicoles. On sait d'ailleurs qu'elle est presque toujours absorbée par les plantes à l'état de bicarbonate soluble, lequel provient de l'action, sur le carbonate neutre, des eaux qui s'infiltrent dans le sol, et qui entraînent toujours avec elles un peu d'acide carbonique.

Tout d'abord je dois confesser qu'on ne sait pas encore comment la chaux exerce sa double influence. L'action attractive de ce minéral sur les plantes calcicoles n'ayant jamais été contestée par les partisans de la théorie de l'influence chimique du terrain, personne n'a songé à en rendre compte. A ma connaissance, M. Parisot est le seul botaniste qui ait cherché à expliquer l'influence contraire. Admettant la théorie de Liebig sur les substitutions des bases entre elles en proportions définies, mon savant ami (1) pense que les plantes des terrains siliceux ne peuvent s'installer sur le calcaire, parce que le carbonate de chaux, en formant des sels insolubles avec les acides organiques renfermés dans les végétaux, déplace en totalité ou en partie les alcalis dont ces plantes ont besoin, et peut modifier ou même entraver leurs fonctions d'assimilation.

Cette hypothèse est à la fois ingénieuse et vraisemblable;

---

(1) *Notice sur la flore des environs de Belfort* (*Mém. de la Soc. d'émul. du Doubs* (*Besançon*), 1858, 3e série, t. III, p. 76 et suiv.).

mais on doit regretter que son auteur se contente de l'énoncer, sans l'appuyer d'aucune preuve, et qu'il ne désigne pas les acides combinés aux alcalis et déplacés par la chaux qui semblent particuliers aux silicicoles. D'ailleurs la doctrine de Liebig peut soulever des objections. Dans les genres les plus naturels, où les espèces sont extrêmement voisines, et où il est à supposer que les acides organiques sont les mêmes, les unes s'attachent au calcaire et les autres à la silice. J'indiquerai, par exemple, le genre *Rumex*, dont la section *Acetosa* ne renferme que des plantes au suc fortement acide. L'une de ces dernières (*Rumex Acetosella* L.) ne vit que sur la silice, dont elle est une des meilleures caractéristiques; une autre (*Rumex scutatus* L.) s'attache presque exclusivement au calcaire ; d'autres enfin (*Rumex Acetosa* L., *R. arifolius* All.) sont absolument indifférentes, et prospèrent également sur le calcaire et sur la silice. Mon objection n'est d'ailleurs qu'une simple hypothèse, émise sous toutes réserves, en attendant que la chimie vienne la confirmer ou la démentir.

De mon côté, et en m'en tenant à mes propres observations, j'ai pu constater maintes fois, et sur des centaines, je dirai presque des milliers de spécimens, que l'influence délétère de la chaux se trahit constamment à la décoloration des parties vertes. Les progrès de cette décoloration m'ont toujours paru proportionnels à la quantité de calcaire renfermée dans le sol. Sur les plateaux arides de l'Angoumois et du Poitou, dans les tranchées des routes et des chemins de fer ; en un mot, partout où le *Sarothamnus*, les *Ulex*, les *Erica* ont été accidentellement introduits au milieu du calcaire, les individus en souffrance se distinguent immédiatement à leur teinte jaunâtre. Les *Anthoxanthum Puellii* du jardin de Poitiers, dont il a été question, étaient blancs et presque décolorés. Dans tous les autres cas, et lorsque le malaise provient de l'aridité du sol, de l'insuffisance des engrais, de l'excès du froid ou de la chaleur, de lésions et de blessures, les plantes demeurent vertes, quelque malingres et chétives qu'elles puissent devenir. Les espèces maritimes qui souffrent de la culture en terre ordinaire, et dont les feuilles perdent leur épaisseur, continuent néanmoins de sécréter la matière verte avec la même abondance. Je n'hésite donc pas à affirmer que la chaux nuit aux calcifuges en entravant la production de la chlorophylle ; ou tout au moins, que la souffrance se manifeste par la décoloration des individus. Mais il y aurait à expliquer pourquoi la chaux ne produit pas les mêmes effets sur les calcicoles, les indifférentes et même les calcifuges qui ne sont pas exclusives : nouveau problème du ressort de la chimie et de la physiologie. En attendant la solution, je n'irai pas plus avant dans la voie périlleuse des conjectures.

3. Silice.

Absolument insoluble dans les conditions ordinaires, la silice ne peut être absorbée qu'à l'état naissant. Elle provient alors de la décomposition d'un silicate, sous l'influence de l'acide carbonique de l'air ou d'un acide végétal, qui se substitue à l'acide silicique. Les sulfures alcalins rendent également soluble la silice; mais nous n'avons pas à nous en occuper ici, attendu qu'on ne les trouve que rarement dans le sol. Sur les terrains calcaires, les choses se passent autrement. En présence d'un sel de chaux soluble (et c'est ici le bicarbonate), les silicates alcalins se transforment en un silicate de chaux, toujours un peu soluble à l'état naissant, et qui le devient très-sensiblement si le sol contient des sels ammoniacaux, ce qui arrive presque toujours. C'est donc principalement à l'état de silicate de chaux, que les plantes du calcaire paraissent devoir absorber la silice; néanmoins ce sont les roches feldspathiques qui fournissent principalement la silice assimilable. Il est donc naturel qu'elles attirent les plantes silicicoles, dans le cas où leur feldspath ne renferme pas de chaux. En effet, les gneiss et les schistes cristallins, le granit, les laves trachytiques, certains porphyres, en un mot toutes les roches où le feldspath est à base de potasse ou de soude, semblent le milieu de prédilection des calcifuges.

Mais est-ce bien la silice qui les fixe sur ces roches? Les analyses suivantes (toutes effectuées par M. Guitteau, sauf la dernière) de terrains exclusivement occupés par la flore calcifuge, montrent que la quantité absolue de silice est au moins indifférente aux silicicoles. Le n° 1 désigne le sable d'alluvion de la forêt de Châtellerault ; le n° 2, le diluvium à *Sarothamnus* des plateaux de Colombier-Fontaine (Doubs) ; le n° 3, le diluvium rouge des environs de Montbéliard ; le n° 4, l'argile tertiaire de Coulombiers (Vienne) ; le n° 5, la terre à Châtaigniers de la Vente-du-Désert (Seine-et-Oise), analysée par M. Chatin. Comme il est tout à fait inutile d'indiquer les quantités d'alumine, de silice et d'alcalis rendues solubles par les réactifs, nous avons toujours calciné la matière, et nous n'en donnons que la teneur en silice (sable quartzeux), en argile, en carbonate de chaux et en sesquioxyde de fer.

	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.
Silice..................	92,38	86,63	75,31	45,70	12,80
Alumine	4,98	4,68	18,75	53,57	80,70
Carbonate de chaux......	0,17	2,84	0,66	0,73	traces
Sesquioxyde de fer......	2,47	5,85	5,38	traces	1,20
Eau et matière organique.	»	»	»	»	3,30
Matière sèche.......	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

On voit que du n° 1 au n° 5 la silice diminue graduellement, au point que le sol de la Vente-du-Désert en contient à peine 13 centièmes, tandis que l'argile augmente en proportion inverse. Absolument parlant, ce n'est donc pas la silice qui fixe les calcifuges ; et il est bien évident (ainsi que je l'ai déjà fait remarquer) que, si le terrain à flore calcifuge avait partout la composition de celui de la Vente-du-Désert, on ne parlerait pas de plantes de la silice : il n'y aurait que des plantes de l'alumine.

On ne saurait admettre davantage que l'abondance de la silice assimilable fixe la flore calcifuge sur les roches feldspathiques, puisque la même flore se rencontre également, à l'exclusion de toute autre, sur des roches formées d'acide silicique absolument pur ou presque pur, telles que quartzites du Dorat (Haute-Vienne), sables de Fontainebleau, sable des dunes maritimes (1), etc., où la silice soluble ne peut exister qu'à l'état de traces presque insaisissables. Et comme les plantes du calcaire (entre autres les céréales) renferment souvent une forte proportion de silice, il devient évident que, dans tous les milieux, les végétaux en trouvent la quantité nécessaire. Il semble dès lors indifférent que le sol en renferme plus ou moins, du moment qu'il en accuse quelques traces, puisque l'abondance de ce minéral ne saurait en augmenter la solubilité. On arrive ainsi à douter fortement que les roches quartzeuses puissent attirer plus que d'autres une catégorie de plantes auxquelles elles ne sauraient fournir une alimentation plus riche en silice. Ce qui doit encore augmenter notre circonspection, c'est que, justement en raison de son insolubilité, cette substance ne joue qu'un rôle passif, puisqu'elle sert, tout au plus, à consolider certains tissus. Son importance physiologique est donc loin d'égaler celle de la potasse, de la chaux, du fer, du phosphore, etc. Pour ma part, je considère la silice comme un milieu inerte, servant de refuge aux plantes expulsées par la chaux, et pouvant être remplacée par toute autre substance neutre, et même par des matières végétales, telles que la tourbe. Néanmoins, comme je veux rester dans les limites de l'impartialité la plus rigoureuse, je dois faire connaître les présomptions qu'on pourrait interpréter en faveur d'une influence attractive et directe de la silice.

---

(1) Le quartzite du Dorat est de la silice laiteuse absolument pure ; le sable

Il y a d'abord l'assentiment presque unanime. L'idée que la silice fixe les plantes silicicoles, comme la chaux fixe les calcicoles, est si naturelle, qu'elle s'impose tout d'abord. Dans les nombreuses localités où des lambeaux diluviens, recouvrant le calcaire, introduisent la flore de la silice au milieu même de celle de la chaux, il est bien difficile de se refuser à admettre que les calcifuges et les calcicoles sont ainsi rapprochées parce qu'elles trouvent, de part et d'autre, leur minéral de prédilection. L'excessive abondance numérique des Genêts, des Ajoncs, des Bruyères, du *Pteris aquilina* sur les terrains siliceux, dont

---

maritime de l'Aunis, quand il ne contient pas de calcaire, n'est guère que du sable siliceux. Celui de Fouras nous a donné : sable siliceux, 79,51 ; carbonate de chaux, 20,15 ; alumine et oxyde de fer, 0,34 ; chlorure de sodium, traces.

ils accompagnent les moindres affleurements jusque dans le cœur des régions calcaires, nous porte également à penser que la silice, ou tout autre principe renfermé seulement dans le sol siliceux, exerce sur ces végétaux une attraction puissante. Mais ce sont là de simples conjectures, en faveur desquelles il n'existe d'autres preuves que le *consensus omnium*; et l'on conviendra que la preuve laisse à désirer. N'oublions pas que Galilée a eu raison à lui seul contre tout le monde.

On a cité des faits plus précis. Dans le département de l'Hérault, notamment à Saint-Guilhem-le-Désert et à Murviel, le Châtaignier croît sur un calcaire à Entroques « abondam- » ment parsemé de nombreux nodules siliceux » (1). Ne soupçonnant point l'action répulsive du calcaire, Dunal attribuait à la silice contenue dans la roche ce fait de géographie botanique. « Les Châtaigniers, dit-il, ne peuvent se passer de silice, et » ils ne végètent bien que là où l'on trouve en abondance cette » dernière..... Quelle que soit d'ailleurs la nature des roches » au milieu desquelles il (le Châtaignier) s'élève, il trouve tou- » jours la silice à portée de ses nombreuses racines partout » où nous l'avons observé. » Les exemples que je cite sont bien, en effet, de nature à faire supposer que cet arbre va chercher la silice dont il a besoin, jusque dans le milieu d'une roche calcaire. Eh bien, je doute fort qu'il en soit ainsi. Dunal ajoute qu'à Saint-Guilhem, les nodules, « en se délitant, » forment le sable siliceux nécessaire aux Châtaigniers ». A Murviel, bien que les arbres sortent du calcaire même, M. Paul de Rouville a vu que les débris entraînés par les eaux des mêmes nodules siliceux, fournissent aux racines du Châtaignier la silice dont elles ont besoin. C'est donc plutôt dans la silice que dans le calcaire que sont enracinés les Châtaigniers; et je serais extrêmement surpris que des analyses décelassent plus de 3 ou 4 centièmes de chaux dans le milieu même qui convient à ces arbres. Jusqu'à plus ample informé, je crois devoir récuser la valeur des faits que je viens de citer.

---

(1) *De l'influence minéralogique du sol sur la végétation*, par Félix Dunal *Mém. de l'Acad. de Montpellier*, section des sciences, t. I^{er}, p. 174).

M. Ferdinand Renauld, auteur d'un excellent *Aperçu phytostatique sur les plantes de la Haute-Saône* (1), m'écrit, en date du 28 mai dernier : « M. B... a trouvé le *Grimmia trichophylla*, espèce essentiellement silicicole, sur une roche » calcaréo-siliceuse; les radicelles de la plante correspondaient » à de petits grains quartzeux noyés dans le carbonate de » chaux. » Ce fait est extrêmement significatif. Mais il faudrait étudier les relations intimes de la roche et de la plante ; voir si les racines de celle-ci rencontrent intentionnellement ou fortuitement les grains quartzeux ; si elles y cherchent un aliment ou un support ; si le *Grimmia* est une silicicole absolument exclusive, et, avant tout, si le calcaire lui-même n'est pas tellement chargé de silice, qu'il ne produise plus aucune effervescence avec les acides. Ce dernier point est fort important à élucider. M. Renauld a reconnu depuis que le fait brut ne peut être invoqué dans une discussion sérieuse. En attendant que mon jeune ami l'ait complétement expliqué, je ne puis davantage en tenir compte.

S'il était bien établi que la silice renfermée dans les roches calcaires ne pût jamais être absorbée qu'à l'état de silicate de chaux (toujours un peu soluble au moment de sa formation), on pourrait tirer de ce fait un nouvel argument en faveur de l'hypothèse d'une action directe de la silice. Il semblerait alors naturel d'admettre que les calcifuges sont repoussées des sols calcaires parce qu'elles ne peuvent absorber le silicate de chaux, et qu'elles sont attirées par les sols siliceux parce qu'elles n'y rencontrent que l'acide silicique. Au contraire, les calcicoles éviteraient les sols quartzeux ou feldspathiques parce qu'elles ne peuvent s'assimiler l'acide silicique ; elles rechercheraient les sols calcaires parce qu'elles n'y trouvent que le silicate de chaux. De cette façon, le milieu calcaire fixerait certaines plantes, non en raison de la chaux qu'il contient, mais parce que la silice assimilable s'y trouve à un état particulier, convenable au groupe de plantes que j'ai appelées calcicoles. De même, le milieu siliceux fixerait d'autres plantes (les calcifuges), non parce que le calcaire leur est nuisible, mais parce qu'elles ne trouvent que sur le sol quartzeux ou feldspathique l'acide silicique soluble, dont l'assimilation est pour elles une condition d'existence. Du calcaire, le rôle actif serait donc transporté à la silice. On pourrait, à la vérité, se contenter d'un moyen terme, et imaginer que les calcifuges recherchent sur les roches siliceuses l'acide silicique, et que les calcicoles recherchent à la fois la chaux et le silicate de chaux sur les roches calcaires.

---

(1) Vesoul, 1873.

A ces objections, qui m'ont été adressées, je répondrai :

S'il est jamais bien démontré que, sur les sols calcaires, la silice ne se trouve absorbée qu'à l'état de silicate de chaux, une fois introduit dans l'organisme ce sel n'agit point en tant que silicate ; il se décompose de façon que l'acide silicique devient libre, et que la chaux peut entrer dans de nouvelles combinaisons. Cela me paraît évident pour les *Equisetum*, qui offrent les mêmes granulations d'acide silicique, qu'ils aient végété sur le calcaire ou dans tout autre milieu. Il me paraît également incontestable que le chaume des Graminées recèle toujours la silice dans le même état, et que, par exemple, celle qui est assimilée par un *Dactylis glomerata* du calcaire, ne se trouve pas dans d'autres conditions physiques et chimiques que la silice d'un *Dactylis* cueilli sur le granit. Et ainsi de suite pour les autres familles. Mais je vais plus loin, et je dis : toutes les fois que le silicate de chaux se trouve décomposé après son absorption (et je tiens le fait pour certain chez les *Equisetum*), la plante est fixée sur le calcaire par la chaux du silicate, devenue libre, et non par la silice. — Il est bien entendu que je me place un instant au point de vue de mon contradicteur. — Si, en effet, nous imaginons que l'acide silicique, devenu libre de son côté, agisse pour son propre compte, il ne saurait se comporter autrement que celui qui provient de la décomposition des silicates alcalins des sols feldspathiques, et doit empêcher la plante de s'installer sur le calcaire. Mais comme elle y prospère, il faut que cet acide n'exerce aucune influence, ou que son influence soit primée par celle de la chaux.

C'est donc la chaux qui fixe la végétation des terrains calcaires. J'ajouterai partout où les calcicoles se trouvent enracinées à côté des calcifuges, dans un même sol (par exemple dans le diluvium de certaines localités du Poitou), la silice assimilable s'offre évidemment sous le même état aux unes et aux autres.

Mais j'ai hâte de sortir des subtilités et des hypothèses. Il existe une catégorie de plantes repoussées par la chaux, sans que la silice les attire autrement qu'en leur offrant un asile. Je veux parler des Lichens que M. Weddell a nommés *silicicoles-calcifuges*, et qui habitent exclusivement et indifféremment les roches siliceuses privées de chaux et l'écorce des arbres. Il est bien évident que ces lichens fuient la chaux ; mais il est également manifeste qu'ils ne se trouvent fixés par aucune influence directe de la silice, puisqu'ils prospèrent aussi bien sur un support de nature entièrement végétale. L'état sous lequel la silice du sol peut être absorbée par les lichens calcifuges n'exerce donc aucune influence sur leur dispersion.

Voilà tout ce que j'ai trouvé de plus concluant en faveur d'une action directe de ce minéral. N'ayant aucun parti pris de résistance, je ne veux pas nier systématiquement cette action, mais je n'entends l'admettre qu'à bon escient. Et comme mon seul but est la découverte de la vérité, j'avoue que je ne serais nullement contrarié de voir triompher l'hypothèse que je combats en ce moment. Si, en effet, il est jamais démontré que l'influence attractive de la silice vient en aide à l'influence répulsive de la chaux pour fixer avec plus d'énergie les calcifuges et les calcicoles dans leurs cantonnements respectifs, la théorie de l'influence chimique du terrain ne s'en trouve que plus solidement établie.

4. Potasse.

S'il est vrai, ainsi que l'a expérimenté M. Nobbe sur certains *Polygonum*, que la potasse soit indispensable à la constitution de la chlorophylle et de l'amidon, on doit regarder ce minéral comme un des éléments les plus essentiels des végétaux. Extrêmement soluble par elle-même, la potasse existe en grande abondance, à l'état de silicate insoluble, dans toutes les roches feldspathiques ; mais comme elle est absorbée à l'état de carbonate, et que ce dernier sel se produit lentement, et toujours en quantité fort minime, on ne peut pas dire que les roches feldspathiques se trouvent avantagées sur toutes les autres, ni qu'elles soient plus riches en potasse disponible et assimilable. Les cendres végétales en renferment constamment ; aussi doit-on admettre qu'il en est de cet alcali comme de la silice : que, dans toute espèce de sol, la potasse assimilable se rencontre à peu près en égale proportion, et que les plantes en trouvent partout suffisamment. Nous sommes ainsi conduits à lui refuser toute influence spéciale sur la dispersion spontanée des végétaux.

Cependant, comme les plantes de la silice accusent, en général, la plus forte teneur en potasse, plusieurs auteurs ont pensé que cette base contribuait à fixer les calcifuges sur les roches feldspathiques, de même que la chaux fixe les calcicoles sur les roches calcaires. Cette idée fut émise, notamment, par Nérée Boubée (1), à la séance de la Société géologique de France, où Thurmann faisait la première exposition publique de sa théorie. Elle serait plausible si les plantes de la silice s'attachaient exclusivement aux roches feldspathiques. Mais on les rencontre, aussi abondantes et aussi sociales, sur les roches quartzeuses absolument pures, où l'on comprend à peine qu'elles puissent trouver de la potasse. Les plantes du calcaire en renferment souvent une forte proportion. Jusqu'à présent rien ne prouve donc que cet alcali exerce, sur la dispersion végétale, l'influence qu'on a voulu lui attribuer.

5. Magnésie.

Comme la chaux, la magnésie est surtout assimilée à l'état de bicarbonate, ce dernier provenant de la réaction, sur le carbonate neutre, des eaux chargées d'acide carbonique. Elle entre souvent pour près de moitié dans la composition des dolomies, qui sont des carbonates doubles de chaux et de magnésie, et se rencontre, en moindre proportion, il est vrai, dans la plupart des roches calcaires. C'est donc une des substances minérales les plus répandues. Néanmoins, sauf de rares exceptions, les eaux douces n'en renferment qu'une quantité infiniment petite, eu égard au calcaire qu'elles peuvent dissoudre. Les cendres des végétaux n'en contiennent généralement que des traces. J'ai sous les yeux les chiffres de 46 analyses de plantes diverses (1), où la proportion de magnésie varie du dixième au cinquantième de celle de la chaux. La magnésie ne semble donc pas jouer un rôle physiologique important. On lui a néanmoins attribué une certaine influence sur la dispersion des espèces végétales, et plusieurs botanistes ont désigné les plantes qui recherchent les sols dolomitiques.

---

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 1847, 2^e série, t. IV, p. 575.

C'est ainsi que M. Planchon (2) indique les *Arenaria hispida*, *Æthionema saxatile*, *Arenaria tetraquetra*, *Kernera saxatilis*, comme « aussi spéciales à la dolomie », dans la région qu'il a choisie pour champ d'études, « que le Châtaignier, la Digitale » pourprée, l'*Anarrhinum bellidifolium*, le *Sarothamnus scoparius*, l'*Adenocarpus cebennensis*, et bien d'autres encore, le » sont aux terrains siliceux. » Ces espèces « manquent aux cal» caires purs aussi bien qu'aux terrains siliceux. » M. Planchon indique ensuite, mais sous certaines réserves, comme caractéristiques moins exclusives de la dolomie, les espèces suivantes, « qui pourraient bien habiter ailleurs des terrains non magné» siens » : *Daphne alpina*, *Rhamnus alpinus*, *Bupleurum fruticosum*, *Globularia Alypum*, *Draba aizoides*, *Iberis saxatilis*, *Potentilla caulescens*, *Aquilegia viscosa*, *Phyteuma Scheuchzeri*, *Hieracium amplexicaule*, *Chrysanthemun graminifolium*, *Hieracium saxatile*, *Campanula speciosa*, *Erinus alpinus*, *Athamanta cretensis*, *Sedum anopetalum*, *Aster alpinus*, *Poa alpina* var. *baldensis*, *Pinus Salzmanni*, *Lavandula vera*, *Pimpinella Tragium*, *Poa serotina*, ces deux dernières, également signalées par Dunal comme plantes de la dolomie.

---

(1) *Dictionnaire des analyses chimiques* (déjà cité) de MM. Violette et Archambault.

(2) *Sur la végétation spéciale des dolomies dans les départements du Gard et de l'Hérault* (*Bull. de la Soc. bot. de France*, 1854, t. I, p. 218).

On ne peut qu'approuver M. Planchon d'être resté dans une grande réserve en ce qui concerne la longue liste qui précède. Toutes les espèces qui en font partie habitent ailleurs, en effet, des milieux non magnésiens, et la plupart sont des calcicoles exclusives. Ainsi les *Daphne alpina*, *Rhamnus alpinus*, *Draba aizoides*, *Iberis saxatilis*, *Hieracium amplexicaule*, *Erinus alpinus*, *Athamanta cretensis*, *Aster alpinus*, pullulent sur les crêts coralliens et oolithiques du Jura ; le *Sedum anopetalum* est une des meilleures caractéristiques des roches calcaires, dans le Poitou ; le *Chrysanthemum graminifolium* se plaît au pied des escarpements crétacés des chaumes de Crage, à Angoulême, et le *Lavandula vera* couvre la montagne calcaire de Rosemont, près de Besançon. Fort commun à Montbéliard dans les alluvions siliceuses de la vallée de l'Allan, le *Poa serotina* semble un peu calcifuge ; enfin le *Globularia Alypum* se rencontre à peu près partout dans les pays méditerranéens. Je ne parlerai pas des autres espèces, que je n'ai jamais eu occasion d'observer à l'état spontané, mais qui, évidemment, ne sont pas exclusivement cantonnées sur les dolomies du midi de la France. Quant aux plantes données comme absolument spéciales au terrain magnésien, je dirai que le *Kernera saxatilis* et l'*Æthionema saxatile* sont fort répandus sur le calcaire jurassique, et que l'*Arenaria tetraquetra* pullule sur les rochers calcaires de certaines localités des Pyrénées, notamment à *Peña blanca*, où j'en ai cueilli de magnifiques échantillons. Je m'abstiendrai à l'endroit de l'*Arenaria hispida*, que je n'ai jamais vu ; mais j'ajouterai que la dolomie du Poitou, dont la flore est celle du calcaire, ne donne asile à aucune plante spéciale, et qu'il en est de même de la dolomie du promontoire de Nice, dont la végétation ne m'a paru se distinguer en rien de celle du reste de la contrée.

Ayant observé sur le monticule dolomitique de Fressac (Gard) le *Cistus salvifolius*, « espèce d'ordinaire très-caractéristique » de la silice », M. Planchon incline à penser que la dolomie peut quelquefois tolérer certaines calcifuges. Cela ne me semble point improbable, si la roche est fortement magnésienne, surtout dans le cas où elle renfermerait de la silice. On sait en effet que les dolomies ne produisent, à froid, que peu d'effervescence avec les acides. Quand la roche est très-compacte, et que la magnésie abonde, l'effervescence se réduit à rien. Si la dolomie vient, en outre, à se charger de beaucoup de silice intimement interposée, elle se trouve dans les mêmes conditions que certains bancs de l'infra-lias du Poitou, qui ne font point effervescence; de manière que la dissolution par les eaux pluviales du carbonate de chaux et du carbonate de magnésie est au moins problématique. La chaux se trouvant ainsi dissimulée et annulée, on comprend que la dolomie devienne un terrain neutre, qui accueille les calcifuges les moins exclusives. Mais ce sont là de simples conjectures.

De tout ce qui précède, on peut conclure que, dans les cas où les roches dolomitiques exercent une influence réelle sur la dispersion des plantes, cette influence ne se distingue pas de celle de la chaux. Mais comme il n'existe point de roche magnésienne qui ne soit fortement chargée de calcaire, on ne peut discerner l'action particulière de la magnésie; soit qu'elle se trouve dissimulée par celle de la chaux si elle a lieu dans le même sens, soit qu'elle se trouve annihilée par cette dernière si elle s'exerce en sens contraire, soit enfin qu'elle n'existe pas. Tout ce qu'on peut affirmer, c'est qu'il n'y a pas de plantes de la magnésie, et que par conséquent cette base n'exerce aucune action sensible et apparente sur la dispersion naturelle des végétaux.

6. Fer.

Indispensable à la constitution de la chlorophylle, le fer doit se rencontrer dans toutes les plantes vertes. Il ne s'y trouve cependant qu'en proportion bien minime, son poids dépassant rarement le centième de celui des autres minéraux contenus dans les cendres. On admet qu'il est absorbé à l'état de chlorure, de sulfate, mais surtout de bicarbonate. On sait enfin qu'il existe dans tous les terrains, et que les plantes savent en extraire partout la quantité dont elles ont besoin. Mais exerce-t-il quelque influence sur la dispersion végétale?

D'après M. Planchon (1) « il serait, à la rigueur, possible que » le fer, en raison de son abondance dans certains terrains, et » de son action bien connue sur les végétaux, déterminât, sur » quelques points, la présence de plantes particulières. » Et il rapporte une observation d'Auguste de Saint-Hilaire, qui n'a trouvé les *Remijia* du Brésil que dans des localités où le fer existe en proportions notables dans le sol. Mais, ajoute avec grande raison M. Planchon, « il resterait à vérifier si le fait est » général pour toutes les espèces de *Remijia* (celles de la Guyane » et de la Nouvelle-Grenade aussi bien que celles du Brésil) et » à voir si c'est en réalité le fer auquel on doit attribuer la coïncidence » signalée par Aug. de Saint-Hilaire. » On ne saurait mieux dire.

M. Auguste Le Jolis, auteur d'importants travaux de géographie botanique, intervient à son tour dans le débat (2). D'après M. Vieillard, qui a exploré durant de longues années la Nouvelle-Calédonie, sans s'être aucunement préoccupé de l'influence du terrain, la végétation du sol ferrugineux « diffère d'une » façon nettement tranchée de celle des terrains non ferrugineux, » et cela dans les mêmes parages, dans des stations identiques » au point de vue de la géographie et de la météorologie. » Ainsi, à Kanala, la végétation des montagnes qui bordent les » deux côtés de la baie et limitent à l'ouest l'étroite vallée de ce » nom, contraste d'une manière frappante avec celle que l'on » rencontre sur la chaîne qui ferme à l'est la même vallée. Les » montagnes de l'est sont formées, comme toute la partie sud » de l'île, par des serpentines et autres roches silicéo-magnésiennes, » mais au-dessus de ces roches on trouve d'épaisses » couches d'argile rouge qui renferment une très-grande quantité » de fer carbonaté et oxydulé, et dans certains endroits le » sol est même entièrement couvert de ce minéral ; tandis que » la chaîne de l'ouest, qui, dans plusieurs endroits, présente » bien encore des gisements d'argile rouge, est complétement

---

(1) *Loc. cit.*, p. 220 (note).

(2) *De l'influence chimique des terrains sur la dispersion des plantes*, 2e édit., p. 21 (note). Paris, 1861.

» dépourvue de minerais de fer. Parmi les plantes que l'on ren-
» contre dans les terrains riches en fer, M. Vieillard m'a cité
» les *Dammara ovata*, *Eutassa intermedia*, *Dacrydium caledo-*
» *nicum*, le *Dubouzetia*, les *Montrouziera*, les *Hibbertia*, un
» *Oxalis* ligneux, un *Drosera*, les *Grevillea exul* et *Gillivrayi*,
» plusieurs *Stenocarpus*, un *Scævola*, huit *Leucopogon*, un *Dra-*
» *cophyllum*, plusieurs Myrtées, deux Orchidées arborescentes.
» Ces mêmes plantes se rencontrent sur les autres points de l'île
» où existent des terrains ferrugineux, et la flore de tous ces
» terrains est identique. »

Assurément, cet imposant défilé de plantes ferrugineuses est de nature à impressionner notre esprit. Cependant je demanderai si c'est bien au fer qu'on doit attribuer les contrastes signalés par M. Vieillard. Ce qui peut justifier mon scepticisme provisoire, c'est que les plantes dont M. Le Jolis donne la liste ne se trouvent pas sur les argiles rouges disséminées dans la chaîne de l'ouest. Mais ces argiles ne sont rougies que par le fer; et il importe peu, ce me semble, que la substance ferrugineuse se trouve en plus ou moins grande abondance, du moment que le terrain en renferme beaucoup plus que les eaux d'infiltration ne peuvent en dissoudre. On ne voit donc pas en quoi le minerai qui recouvre le sol peut augmenter la teneur en fer des eaux pluviales absorbées par la végétation.

Je dois ajouter que je n'ai jamais observé une seule espèce particulière aux affleurements ferrugineux. Les vastes gisements de Laissey, de Deluz et autres localités des environs de Besançon, où le sesquioxyde de fer grenu constitue, presque à l'état de pureté, une assise de plus de 4 mètres d'épaisseur; les affleurements analogues de Dampjoux, près de Pont-de-Roide, et ceux de Chamesol (Doubs), où de très-petits grains d'hydroxyde de fer sont abondamment disséminés dans un lit de calcaire argileux, ne m'ont paru couverts que des plantes ordinaires des montagnes jurassiques environnantes. Mêmes conclusions en ce qui regarde les importantes minières de fer en grains du val de Delémont (Jura bernois) et des environs de Montbéliard, à cette différence près que les plantes de la silice et les indifférentes s'installent sur les argiles et les sables sidérolithiques où le calcaire fait défaut. C'est ce qu'ont également observé M. Thiout et M. F. Renauld (1) dans les minières de la Haute-Saône. A Montbéliard les gisements ont été remaniés par les courants diluviens, qui ont éparpillé le fer sur toutes les collines du pays bas, de telle façon qu'il est presque impossible de ramasser une poignée de terre où l'on ne trouve une certaine quantité de grains. Le fer entre également pour une part notable dans la composition des limons sidérolithiques et des argiles diluviennes, d'un rouge intense, si abondamment répandus dans toute la contrée; eh bien, je n'ai pas trouvé une seule espèce qui me semblât particulière à ces terrains. Dans les minières installées sur les roches jurassiques, la flore est calcicole; sur le diluvium ferrugineux, elle est calcifuge. Le fer n'exerce donc aucune influence attractive ou répulsive, puisqu'il ne modifie en rien la végétation, et qu'il ne fixe aucune espèce. Je n'ai également remarqué aucune plante spéciale autour des sources ferrugineuses de l'Auvergne.

Mais, pourrait-on objecter, il est naturel que les argiles rouges de la Nouvelle-Calédonie et les affleurements ferrugineux de la Franche-Comté et du Jura bernois ne fixent point une flore spéciale, attendu que le fer s'y trouve à l'état de sesquioxyde, tandis qu'il doit passer à l'état de bicarbonate de protoxyde pour devenir assimilable. Voilà pourquoi les plantes ferrugineuses signalées par M. Vieillard sont cantonnées dans les endroits où les argiles rouges contiennent des rognons de protoxyde et de carbonate de fer, et ne se trouvent que là. Je répondrai que partout où le sol renferme du sesquioxyde de fer, ce minéral est promptement réduit, par les matières organiques, en un protoxyde qui ne tarde pas à se trouver dissous, à l'état de bicarbonate, par les eaux d'infiltration chargées d'acide carbonique. Il est même facile de distinguer, à la teinte du sol, les endroits où la transformation du sesquioxyde rouge en protoxyde noir s'opère avec le plus d'énergie. J'ajouterai qu'en Auvergne le fer se trouve à l'état de bicarbonate dans les eaux des sources.

---

(1) *Aperçu phytostatique sur le département de la Haute-Saône, etc.*, p. 57. Vesoul, 1873.

Mes conclusions finales ne seront point modifiées : je ne veux pas nier systématiquement toute action du fer (non plus que toute action de la silice, de la potasse et de la magnésie) ; mais, pour l'admettre, j'attends qu'elle soit démontrée.

7. Azote, phosphore.

Je me sens porté à regarder comme analogue l'influence de ces deux corps simples, que la chimie a classés dans la même famille. L'azote est un élément constitutif du protoplasma et de l'albumine ; il entre dans la composition des alcaloïdes végétaux ; au point de vue de la physiologie, son importance est capitale. Le phosphore se rencontre également dans tous les végétaux ; il est aussi constant dans les matières albuminoïdes que la potasse dans la chlorophylle ; quoique peu connu, son rôle physiologique paraît aussi fort important. L'azote est d'ailleurs absorbé à l'état de nitrate et de sels ammoniacaux, et le phosphore, à l'état de phosphate.

En raison même de leur indispensable utilité, ces deux substances ne semblent point exercer une influence particulière sur la dispersion des espèces végétales, puisqu'elles sont également nécessaires à toutes. Les affleurements de phosphate calcaire sont tellement limités, qu'il serait bien imprudent de désigner des plantes qui leur fussent particulières ; aussi personne n'a jamais cité de plantes des sols phosphatés. Je dirais presque la même chose des sols azotés, si je ne craignais de blesser le sentiment commun, et de me mettre en contradiction avec moi-même, ayant proclamé leur action spéciale en maintes circonstances. Mais, toutes réflexions faites, il me paraît que cette action ressemble tout à fait à celle du phosphore, et que les produits azotés agissent plutôt comme amendement, comme engrais, que de toute autre manière. L'azote et le phosphore rendent la végétation plus luxuriante ; mais la grande prospérité des individus peut se constater sur les plantes de toutes les catégories, les fumures et les amendements phosphatés profitant également aux calcicoles, aux calcifuges, aux indifférentes, et nullement à une classe particulière de privilégiés. Les botanistes distinguent néanmoins les plantes des lieux azotés; et il est certain que les *Urtica*, les *Parietaria*, plusieurs *Polygonum*, *Atriplex*, *Chenopodium*, etc., se plaisent dans les cours des fermes, autour des mares, au pied des murs et dans tous les lieux riches en nitrate de chaux et en carbonate d'ammoniaque. Mais il y a peut-être là, en grande partie, une influence de station. L'Ortie et la Pariétaire croissent également au pied des rochers, et tous les *Polygonum*, *Atriplex*, *Chenopodium*, se rencontrent au milieu des champs, dans les prairies, les terrains vagues, au bord des eaux, en un mot, partout où le sol devient sablonneux ou argilo-sableux. Comparables aux espèces qui accompagnent obstinément les champs de céréales, ces plantes abandonnent volontiers leurs stations naturelles pour des stations artificielles qui leur conviennent davantage. Mais il n'y a rien de plus. Pour tous les végétaux, l'habitation des milieux azotés et phosphatés est une question de bien-être; leur installation dans un milieu salin ou calcaire est une question de vie ou de mort.

8. Argile.

L'argile pure est un silicate d'alumine. Elle ne paraît exercer aucune action chimique directe, l'alumine n'étant jamais ou presque jamais absorbée par les végétaux, quoique, par sa décomposition, elle puisse donner naissance à de la silice soluble. Mais son influence physique est très-grande, l'argile formant des sols tenaces, absolument imperméables, souvent inondés, qui contrastent vivement avec les sols perméables en grand, toujours arides et superficiels, constitués par les roches calcaires, et avec les sols profonds, meubles et absorbants, formés par le sable. Parfaitement pure, elle ne se couvre d'aucune végétation; mais dès qu'elle prend moins de consistance par son mélange avec d'autres minéraux, elle admet les espèces péliques calcicoles ou calcifuges, avec une grande majorité d'indifférentes, selon que la substance mélangée renferme ou non du calcaire. En d'autres termes, on ne connaît aucune plante chimiquement fixée ou repoussée par l'argile, comme il y en a qui sont fixées ou repoussées par le sel marin et par le calcaire; mais, dans toutes les catégories établies au point de vue chimique, les espèces appelées *péliques* par Thurmann se tiennent de préférence sur l'argile, de même que les espèces psammiques s'attachent au sable.

9. Gypse.

Le gypse ou sulfate de chaux est fort répandu dans les terrains de sédiment; mais il offre rarement, au moins en France, des affleurements de quelque étendue, et c'est presque toujours dans les entrailles de la terre qu'il faut aller le chercher. Comme il se trouve habituellement mélangé avec des marnes et avec du carbonate de chaux, on ne peut aisément reconnaître si la flore des sols gypseux est celle du gypse ou celle du calcaire. J'adopterais volontiers cette dernière hypothèse, n'ayant jamais observé que la végétation calcicole ou indifférente dans les gisements des environs de Paris. J'incline donc à penser que l'action du gypse ne se distingue pas de celle du calcaire; néanmoins je ne donne cette opinion que sous toutes réserves, n'osant me permettre de trancher une question sur laquelle je ne suis pas suffisamment édifié.

Le soufre, auquel on attribue un rôle physiologique assez important, puisqu'il paraît être un des éléments constitutifs de l'albumine, et qu'on le retrouve dans beaucoup d'huiles essentielles, est fourni par les sulfates, et, presque toujours, par le sulfate de chaux, dont la base, devenue libre, peut entrer dans les mêmes combinaisons organiques que la chaux provenant du bicarbonate : raison de plus pour assigner un rôle pareil au gypse et au calcaire. Mais cette solution, comme la plupart de celles qui précèdent, ne sera définitive qu'à la suite d'expériences de culture, et de recherches chimiques et physiologiques, qui doivent être désormais le but de tous les naturalistes engagés dans notre voie.

§ 6.

INFLUENCE PHYSIQUE DU TERRAIN.

Je rappellerai que cette influence dépend de causes purement physiques, et, en particulier, du mode de désagrégation des roches, d'où résultent les différences qu'on observe dans la profondeur, la mobilité, la ténacité, la perméabilité du sol végétal, et, ce qui est encore plus important, dans son état de sécheresse ou d'humidité. Toujours et partout subordonnée à l'influence chimique, elle entre cependant pour beaucoup dans les contrastes de végétation, et l'on distingue aisément les plantes des rochers, celles du sable et celles de l'argile, quelle que soit d'ailleurs la base active (soude ou chaux) qui domine dans le sol. J'ai montré que cette action peut masquer l'influence chimique du terrain, et qu'on a souvent regardé comme calcicoles des plantes qui, dans une circonscription donnée, ne pouvaient trouver que sur les roches calcaires les conditions de sécheresse dont elles ont besoin.

Quoique les catégories établies avec une si remarquable sagacité par mon illustre maître et ami J. Thurmann soient assez nombreuses pour comprendre toutes les espèces qu'il a pu observer dans son champ d'études, relativement restreint, elles me paraissent insuffisantes si on veut les appliquer à la flore des contrées méridionales. Thurmann avait bien reconnu que les roches eugéogènes admettent des espèces de plus en plus xérophiles, à mesure que le climat devient plus chaud ; mais il n'avait pu prévenir le cas où le sable pur serait assez sec pour offrir un milieu convenable à certaines xérophiles, et il ne regardait comme telles que les plantes du calcaire ou des roches éruptives compactes et massives. On peut observer pourtant, dans le midi de la France, un assez bon nombre de xérophiles sur le sable pur, siliceux ou dolomitique. Je citerai entre autres : *Sinapis Cheiranthus*, *Turritis glabra*, *Arabis arenosa*, *Cistus salvifolius*, *Helianthemum guttatum*, *H. vulgare*, *H. pulverulentum*, *Dianthus Carthusianorum*, *Arenaria controversa*, *Geranium sanguineum*, *Prunus spinosa*, *Potentilla verna*, *Rosa pimpinellifolia*, *Asperula cynanchica*, *Cynanchum Vincetoxicum*, *Thesium humifusum*, *Daphne Gnidium*, *Euphorbia Cyparissias*, *Epipactis atrorubens*, *Ruscus aculeatus*, *Convallaria Polygonatum*, *Carex nitida*, *Kœleria setacea*, etc. Il est donc nécessaire de distinguer les xérophiles des rochers de celles des sables, et je me vois obligé de créer un mot nouveau pour désigner les premières. Je proposerai de les appeler *lithiques* (du grec λιθος, pierre). La nomenclature de Thurmann se trouve alors modifiée de la manière suivante :

Plantes	xérophiles (amies de la sécheresse)	Lithiques (des rochers).
		Psammiques (du sable).
	hygrophiles (amies de l'humidité)	Lithiques (des rochers).
		Péliques (de l'argile).
		Psammiques (du sable).

De même que Thurmann a établi des espèces *pélopsammiques* (de l'argile et du sable), on pourrait distinguer des espèces *litho-psammiques*, des *litho-péliques*, des *psammo-lithiques*, etc., en inscrivant en premier lieu celui des deux milieux qui semble le plus habituel. Mais il me répugne extrêmement de surcharger la nomenclature sans une absolue nécessité.

§ 7.

INFLUENCE DE LA STATION.

Il est tellement difficile de définir ce qu'on entend par le mot *station*, que, faute de pouvoir y parvenir, je préfère m'expliquer au moyen d'exemples. Chacun sait que les plantes affectent des groupements particuliers, absolument indépendants du climat, de la composition chimique et de l'état physique du sol. La cause de ces groupements est alors la station. Ainsi, il y a des plantes des rocailles, des pelouses, des prairies, des moissons, des haies et des broussailles, des forêts, des marécages, des eaux stagnantes, des eaux courantes, etc. Chacun de ces mots désigne une station particulière; ou, en d'autres termes, les rocailles, les pelouses, les prairies, les forêts, etc., constituent autant de stations différentes. On voit que la station est la résultante des éléments les plus divers, tous de l'ordre physique; notamment la fraîcheur ou la chaleur vive, l'obscurité ou la lumière, l'ombre ou l'insolation, la sécheresse ou l'humidité de l'air et du sol, l'abri contre les vents, la pluie, la neige, les gelées ou l'exposition aux mêmes agents physiques, etc., etc. Dans l'état actuel des observations, il y aurait presque de la témérité à essayer de faire la part de chacun de ces facteurs; aussi me contenterai-je d'ajouter que l'influence de la station ne vient qu'en dernier ordre, étant primée par celles du climat, de la nature chimique et de l'état physique du sol. Chacun a pu remarquer, en effet, que la plupart des végétaux se montrent assez indifférents sur le choix de la station. Beaucoup habitent à la fois les rochers, les vieux murs, les toits de chaume, les pelouses arides; d'autres se rencontrent également dans les prairies, les forêts, les cultures et même les marécages. On sait que les Renoncules de la section *Batrachium*, les *Hippuris*, les *Myriophyllum*, le *Polygonum amphibium*, et beaucoup de plantes des eaux vives ou des eaux dormantes, continuent de vivre dans les fossés complétement desséchés, et que plusieurs d'entre elles, notamment le *Polygonum*, l'*Hydrocotyle vulgaris*, le *Littorella lacustris*, croissent également dans l'eau ou sur la terre sèche. Mais il est inutile d'insister davantage sur des faits bien connus de tous les herborisateurs.

§ 8.

CLASSEMENT DES ESPÈCES LES PLUS RÉPANDUES, D'APRÈS LA NATURE CHIMIQUE DU TERRAIN QU'ELLES PRÉFÈRENT.

Le dernier mot de la géographie botanique appliquée à l'étude particulière de l'influence du terrain, serait un classement méthodique et rigoureux de toutes les espèces d'une région déterminée, d'après la nature chimique et l'état physique du milieu qu'elles préfèrent. Je ne me dissimule en aucune manière les difficultés de l'entreprise, et si je ne recule point devant elles, c'est que je tiens à compléter mon œuvre autant que possible, et à consigner quelque part le résultat de longues et patientes recherches. Mais je n'ose donner comme arrêtées et définitives les listes qui vont suivre. Il est certain, au contraire, que plusieurs espèces devront changer de place; que des calcifuges ou des calcicoles seront reconnues comme indifférentes, et que certaines indifférentes entreront dans les rangs des calcicoles et des calcifuges. Ces utiles remaniements, je les appelle de tous mes vœux. Loin de redouter la critique, je ne demande qu'à profiter de ses enseignements, et j'accepterai avec reconnaissance les rectifications que voudront bien m'adresser les botanistes.

Quoique les nuances soient partout fort nombreuses, ainsi que je l'ai montré pour les plantes maritimes et pour les calcifuges, il me semble imprudent d'établir plus de trois subdivisions dans chacun des groupes de premier ordre : je distingue seulement des espèces exclusives, d'autres qui le sont moins, d'autres enfin qui sont presque indifférentes.

Autant que possible j'ai voulu tenir compte de l'influence physique du terrain; mais je n'ai pas jugé utile de descendre jusqu'au détail des stations. Pour ne pas compliquer les listes par des subdivisions trop nombreuses, j'ai simplement indiqué, à la suite du nom de chaque espèce, l'état physique du sol qu'elle préfère, dans les cas où la préférence est bien marquée, au moyen des abréviations suivantes :

X... xérophile;
H... hygrophile;
l.... lithique;
p.... pélique;
ps..... psammique;
l-ps... lithique et psammique;
p-ps... pélique et psammique;
ps-l... psammique et lithique, etc.

I. *Maritimes exclusives ou presque exclusives, ne se rencontrant qu'accidentellement en dehors des deux premières zones littorales, et dont la plupart ne peuvent se propager spontanément dans un sol privé de sel.*

Malcolmia littorea R. Br. *ps*. M. maritima R. Br. *ps.-l*. Matthiola incana R. Br. *ps-l*. M. sinuata R. Br. *ps*. Cochlearia anglica L. C. danica L. Cakile maritima L. *ps*. Silene maritima With. S. Thorei Duf. *ps*. Arenaria peploides L. *ps*. A. marginata D.C. *H*. *p.-ps*. A. marina Roth. *ps.-p*. Les Frankenia L. Medicago marina L. *ps*. Eryngium maritimum L. *ps*. Crithmum maritimum L. *l.-ps., un peu X*. Galium arenarium Lois. *X*. *ps*. Aster Tripolium L. *H*. *p*. Inula crithmoides *H*. *p.-ps*. Artemisia maritima L. Diotis candidissima Desf. Convolvulus Soldanella L. *ps.* Linaria Lœselii Schweigg. *ps.* L. arenaria DC. *ps.* Glaux maritima L. *H. p.-ps.* Plantago subulata L. *X. l.* P. maritima L. *H. p.-l.* Armeria ruscionensis De Gir. *X. l.* Statice Limonium L. *H. p.* S. ovalifolia Poir. *X. l.* S. Dodartii De Gir. *un peu p.* S. occidentalis Lloyd. *id.* S. lychnidifolia De Gir. *id.* Atriplex crassifolia C. A. M. *ps.* A. portulacoides L. *H. p.-ps.* A. littoralis L. Beta maritima L. Salsola Kali L. *ps.* S. Soda L. *H. p.-ps.* Salicornia herbacea L. *H. p.* S. fruticosa L. *H. p., un peu ps.* Chenopodium fruticosum L. *H. p.-ps.* Ch. maritimum L. *H. p., un peu ps.* Polygonum maritimum L. *ps., un peu X.* Euphorbia pinea L. *X. l.* E. Peplis L. *ps.* E. portlandica L. E. Paralias L. *ps.* Ephedra distachya L. *ps.* Les Ruppia L. *H.* Triglochin maritimum L. *H. p.* Juncus maritimus L. *H. p.-ps.* J. acutus L. *id.* Phleum arenarium L. *X. ps.* Psamma arenaria Rœm. Sch. *ps. un peu X.* Agrostis pungens Schreb. *ps.* Polypogon littoralis Sm. P. maritimus L. P. monspeliensis Desf. *p.-ps. un peu H.* Glyceria maritima M. K. *H. p.-ps.* G. festucæformis Heyn. G. distans Wahl. G. procumbens Sm. Poa loliacea Huds. *ps.* Spartina stricta Roth. *H. p.* S. alterniflora Lois. *id.* Elymus arenarius L. *ps. un peu X.* Triticum junceum L. *id.* Lepturus incurvatus Trin. Hordeum maritimum L. *H. un peu p.* Asplenium marinum L. *l.*

II. *Maritimes moins exclusives, se tenant en général en dehors des deux premières zones littorales, sans cependant s'éloigner jamais beaucoup des rivages, mais se propageant souvent dans des sols à peine salés et même tout à fait privés de sel.*

Alyssum maritimum L. *X. l.-ps.* Crambe maritima L. Cochlearia officinalis L. Silene Portensis L. *X. ps.* Dianthus arenarius L. *ps.* D. gallicus Pers. *X. ps.* Linum maritimum L. Erodium maritimum Sm. Medicago littoralis Rhode *ps.* Astragalus arenarius L. *ps.* A. bayonensis Lois. *X. ps.* Tamarix gallica L. *ps.* T. anglica Webb. *id.* T. africana Poir. *id.* Daucus maritimus Lam. D. gummifer L. *X. l.* Buphthalmum maritimum L. Crepis Suffreniana Lloyd. *ps.* C. bulbosa Cass. *id.* Hieracium eriophorum St-Am. *X. ps.* Cynanchum acutum L. *X. ps.-l.* Erythræa Chloodes Gr. Godr. *H.* E. spicata Pers. *H. p.* E. maritima Pers. *id.* Omphalodes littoralis Lehm. *ps.* Coris monspeliensis L. L. thymifolia DC. *ps.* Passerina hirsuta L. Armeria maritima Willd. *ps.* Atriplex Halimus L. Salix arenaria L. *ps.-l.* Pinus maritima Lam. *ps.* Pancratium maritimum L. *ps.* Carex arenaria L. *ps.* Kœleria albescens DC. *X. ps.* Lepturus filiformis Trin.

III. *Maritimes presque indifférentes, se rencontrant aussi souvent dans l'intérieur des terres que dans les régions littorales, et dont la plupart semblent fixées dans le voisinage de la mer par l'influence des conditions climatériques et stationnelles, plutôt que par un besoin réel de sel marin.*

Glaucium luteum Scop. *ps.* Lepidium ruderale L. Alyssum campestre L.

ps. Senebiera pinnatifida DC. Silene Otites Sm. *ps.* Althæa officinalis L. *H. p.* Tribulus terrestris L. *ps.* Medicago denticulata Willd. *ps.* Trifolium maritimum Huds. *un peu p.* T. resupinatum L. *un peu p.* Lotus edulis L. Ecballium Elaterium Rich. *un peu ps.* Bupleurum tenuissimum L. *un peu p.* Apium graveolens L. *H. p.-ps.* Smyrnium Olusatrum L. Artemisia Absinthium L. *un peu ps.* A campestris L. *ps.* Silybum Marianum Gærtn. *un peu p. H.* Centaurea aspera L. *ps.* Helminthia echioides Gærtn. *H.* Tragopogon porrifolius L. Sonchus maritimus L. *H. p.-ps.* Chlora imperfoliata L. f. *H. un peu p.* Convolvulus lineatus L. *X. l.* Bartsia viscosa L. Phytolacca decandra L. Chenopodium ambrosioides L. Camphorosma monspeliaca L. Rumex Bucephalophorus L. *un peu ps.* Myrica Gale L. *H. ps.* Smilax aspera L. *X. l.* Iris spuria L. Les Zannichellia L. Juncus Gerardi Lois. Scirpus maritimus L. *H.* S. Rothii Hopp. *H. p.-ps.* S. Holoschœnus L. *ps. un peu H.* Carex divisa Huds. Vulpia bromoides Rchb. *ps.*

IV. *Calcicoles exclusives ou presque exclusives, ne se rencontrant jamais qu'accidentellement, et sans s'y propager, sur les terrains assez pauvres en calcaire pour ne produire à froid aucune effervescence avec les acides.*

Thalictrum majus Jacq. *X. l.* Arabis alpina L. *l. un peu H.* Draba aizoides L. *X. l.* Kernera saxatilis Rchb. *X. l.* Iberis intermedia Guers. *X.* I. saxatilis L. *X. l.* Thlaspi montanum L. *X. l.* Helianthemum pulverulentum DC. *X. l.-ps.* H. Fumana Mill *X. l.* Polygala calcarea Schultz. *un peu p.* Arenaria controversa Boiss. *X. l.-ps.* Mœhringia muscosa L. *H. l.* Linum suffruticosum L. *X. un peu p.* L. Loreyi Jord. *X. l.* Geranium tuberosum L. *un peu ps.* Ononis Natrix L. *un peu ps.-p.* O. striata Gouan. *X. l.* O. Columnæ All. *X. l.* Astragalus monspessulanus L. *X. l.* Orobus vernus L. *X.* Coronilla Emerus L. *X.* C. montana Scop. *X. l.* C. vaginalis Lam. *X. l.* C. minima L. *X.* Hippocrepis comosa L. *X. l.* Prunus Mahaleb L. *X. l.* Spiræa obovata Willd. *X. l.* Sedum anopetalum DC. *X. l.* Athamanta cretensis L. *X. l.* Trinia vulgaris DC. *X. l.* Valeriana montana L. *un peu H. p.* Tussilago Farfara L. *H. p.* Aster Amellus L. *X.* Artemisia camphorata Willd. *X. l.* Achillea nobilis L. *X. l.* Inula montana L. *X.* Carduncellus mitissimus DC. *X. l.* C. monspeliensis All. *id.* Hieracium glaucum All. *X. l.* H. glabratum Hoppe. *X. l.* H. villosum L. *X. l.* H. amplexicaule L. *X. l.* H. Jacquini Vill. *X. l.* Androsace lactea L. *X. l.* Gentiana Cruciata L. *X.* G. acaulis L. *X.* Erinus alpinus L. *X. l.* Phlomis Lychnitis L. *X.* Teucrium montanum L. *X.* T. pyrenaicum L. *X.* Globularia vulgaris L. *X.* Daphne alpina L. *X. l.* Euphorbia Gerardiana Jacq. *X. l*, *aussi un peu ps.* Aceras Anthropophora R. Br. *X.* Carex alba Scop. *X.* C. gynobasis Vill. *X. l.* C. humilis Leyss. *X. l.-ps.* C. ornithopoda Willd. *id.* C. tenuis Host. *id.* Sessleria cærulea Ard. *X. l.* Lasiagrostis Calamagrostis Link. *X. l. et un peu ps.* Kœleria setacea Pers. *X. l.-ps.* Melica ciliata L. (et toutes ses formes) *X. l.*

V. *Calcicoles moins exclusives, pouvant se propager sur les terrains où la présence du calcaire n'est pas décelée par les acides, mais alors plus rares et souvent moins vigoureuses que sur le calcaire.*

Thalictrum aquilegifolium L. *un peu H.* Adonis autumnalis L. *un peu ps.* A. æstivalis L. *id.* A flammea Jacq. *id.* Ranunculus gramineus L. *un peu X.* R. lanuginosus L. *un peu H.* Helleborus fœtidus L. *X.* Nigella arvensis L. *un peu ps.* Rœmeria hybrida ? DC. *id.* Hypecoum pendulum ? L. *id.* Fumaria Vaillantii Rchb. F. parviflora Lam. Sisymbrium tenuifolium L. *un peu ps.* Erysimum orientale R. Br. Arabis Turrita L. Alyssum montanum L. *X. l.-ps.* Iberis amara L. *un peu ps.* Thlaspi perfoliatum L. *id.* Hutchinsia petræa R. Br. *l.-ps.* Helianthemum salicifolium Pers. *X.* H. canum Dun. *X. l.* Silene noctiflora L. *un peu ps.* Saponaria ocymoides L. *X. l. et un peu ps.* Dianthus cæsius Sm. *X. l.* Linum narbonense L. *X. l.* Malva Alcea L. Hypericum hirsutum L. Acer opulifolium Vill. *X.* Cytisus Laburnum L. *X.* C. supinus L. *X.* Ononis minutissima L. *X. l.* Anthyllis Vulneraria L. *X.* Trifolium rubens L. *X.* Vicia peregrina L. Cotoneaster tomentosa Lindl. *X. l.* Orlaya grandiflora Hoffm. *un peu ps.* Caucalis latifolia L. *id.* Bifora testiculata Hoffm. *id.* Laserpitium Siler L. *X. l.* L. pruthenicum L. Bunium Bulbocastanum L. *un peu ps.* Falcaria Rivini Host. *id.* Chrysocoma Linosyris L. *X.* Bellidiastrum Michelii Cass. *un peu H.* Conyza squarrosa L. *X. l.* Micropus erectus L. *X.* Carduus defloratus L. *X. l.* Lactuca virosa L. L. Scariola L. L. saligna L. L. Chondrillæflora Bor. L. perennis L. *X.* Campanula glomerata L. *X.* Primula Auricula L. *X. l.* Androsace maxima L. *un peu ps.* Convolvulus Cantabrica L. *X. l.* Lithospermum purpureo-cæruleum L. *un peu p.* L. officinale L. *X.* Physalis Alkekengi L. Veronica urticæfolia L. Digitalis lutea L. *X.* Calamintha officinalis Mœnch. *X.* C. Nepeta Link. *X.* Galeopsis Ladanum L. Stachys Heraclea All. *X.* S. annua L. *un peu ps.* Prunella hyssopifolia L. *X.* Teucrium Chamædrys L. *X.* Globularia cordifolia L. *X. l.* Rumex scutatus L. *X. l.* Euphorbia verrucosa L. Buxus sempervirens *X. l.* Scilla bifolia L. Cephalanthera rubra Rich. *X. l. un peu ps.* Epipactis atrorubens Hoffm. *X. l.-ps.* Ophrys muscifera Huds. *X.* Luzula flavescens Gaud. Carex tomentosa L. *p.* C. sempervirens Vill. *X.* Phleum Bœhmeri Wib. *X.* Echinaria capitata Desf. *un peu ps.* Andropogon Ischæmum L. *X.* Stipa pennata L. *X. l.* Ceterach officinarum Willd. *X. l.* Polypodium calcareum Sm. *X. l.* Cystopteris montana Link. Asplenium Halleri DC. *l.* A. viride Huds.

VI. *Calcicoles presque indifférentes, cependant plus nombreuses sur le sol calcaire.*

Ranunculus alpestris L. R. montanus Willd. *X.* R. parviflorus L. *un peu ps.* Nigella hispanica L. Berberis vulgaris L. *X.* Sinapis incana L. *X. ps.* Cheiranthus Cheiri L. *X. l.* Arabis hirsuta Scop. *X. l.-ps.* Dentaria pinnata L.

D. digitata Lam. Sisymbrium vimineum L. S. murale L. *un peu ps.* Lunaria rediviva L. Alyssum calycinum L. *X. ps.* A. campestre L. *id.* Draba muralis L. Myagrum perfoliatum L. *un peu ps.* Neslia paniculata Desv. *id.* Isatis tinctoria L. *l.-ps.* Biscutella lævigata L. *X. l.* Thlaspi arvense L. Lepidium graminifolium L. *X. l -ps.* Calepina Corvini Desv. Viola alba Bess. *X.* Polygala comosa Schk. Saponaria Vaccaria L. Dianthus silvestris Wulf. *X. l.* Holosteum umbellatum L. *ps.* Cerastium arvense L. *un peu X.* Linum strictum L. *X.* L. corymbulosum Rchb. *X.* L. tenuifolium L. *X.* Althæa hirsuta L. *un peu ps.* Acer monspessulanum L. Rhamnus Alaternus L. *X. l.* Genista sagittalis L. *X. l.* Cytisus capitatus Jacq. *X.* Medicaga falcata L. *X. un peu ps.* M. orbicularis All. Trifolium medium L. T. scabrum L. *X.* Vicia lutea L. *un peu ps.* V. dumetorum L. *X.* V. varia Host. Orobus niger L. *X.* Coronilla varia L. *un peu ps.* C. scorpioides K. Fragaria collina Ehrh. *X.* Epilobium Dodonæi Vill. Polycnemum arvense L. *ps.* Sedum album L. *X. l.* Saxifraga rotundifolia L. *un peu H.* S. Aizoon Jacq. *X. l.* S. Cotyledon L. *id.* S. longifolia Lap. *id.* S. media Gouan *id.* Caucalis daucoides L. *un peu ps.* Torilis helvetica Gm. *id.* T. heterophylla Guss. *X.* Peucedanum Cervaria Lap. *un peu p.* Heracleum alpinum L. Seseli Libanotis K. Fœniculum officinale All. *X.* Bupleurum rotundifolium L. B. protractum Link. B. aristatum Bartl. *X. l.* B. falcatum L. *X. un peu p.* Ptychotis heterophylla K. *X.* Anthriscus vulgaris Pers. *un peu ps.* Chærophyllum aureum L. *X.* Astrantia major L. Eryngium campestre L. *ps.* Cornus mas L. *X.* Sambucus Ebulus L. *un peu H.* Lonicera alpigena L. *X.* Rubia peregrina L. Galium tricorne With. *un peu ps.* G. glaucum L. G. corrudæfolium Vill. *X. l.* G. silvaticum L. *un peu p.* Asperula arvensis L. *un peu ps.* Crucianella angustifolia L. *id.* Cacalia alpina Jacq. Tussilago alpina L. T. Petasites L. *H. p.* Senecio erucifolius L. Artemisia Absinthium L. *un peu ps.* Inula squarrosa L. *X.* Filago spathulata Guss. *un peu ps.* Centaurea amara L. *X.* C. aspera L. *ps.* C. Crupina L. *X. l.* Leuzea conifera DC. *X.* Carlina vulgaris L. *X.* C. acaulis L. *X.* Xeranthemum cylindraceum Sm. *X.* Picris hieracioides L. *X.* Podospermum laciniatum DC. Tragopogon major Jacq. *un peu ps.* Crepis pulchra L. Hieracium præaltum Vill. Phyteuma orbiculare L. *X.* Specularia hybrida A. DC. *un peu ps.* Cynanchum Vincetoxicum R. Br. *X. l.-ps.* Chlora perfoliata L. Gentiana verna L. G. germanica L. *X.* G. ciliata L. *un peu p.* Anchusa italica Retz. *un peu ps.* Pulmonaria angustifolia L. *un peu X.* Myosotis silvatica Hoffm. *un peu H.* Echinospermum Lappula Lehm. *un peu ps.* Cynoglossum pictum Ait. *id.* Heliotropium europæum L. *id.* Verbascum Lychnitis L. *X.* Linaria Cymbalaria Mill. *l. un peu H.* Veronica prostrata L. *X.* V. Teucrium L. *X.* Euphrasia lutea L. *X. l.* Melampyrum arvense L. Lavandula Spica L. *X. l.* Rosmarinus officinalis L. *un peu X.* Salvia Sclarea L. S. glutinosa L. S. Verbenaca L. Melittis Melissophyllum L. *X.* Stachys recta L. *X.* Ajuga Chamæpitys Schreb. *un peu ps.-p.* Teucrium Botrys L. *un peu ps.* Teucrium aureum Schreb. *X.* T. Polium L. *X.* Polycnemum arvense L. *ps.* Rumex aquaticus? L. *H.* Polygonum Bellardi All. Daphne Mezereum L. Passerina annua Spreng. *ps.* Aristolochia Clematitis L. Euphorbia platyphylla L. E. falcata L. Mercurialis perennis L. Salix incana Schrk. *H.* S. grandifolia Ser. S. reticulata L. *X. l.* S. retusa L. *id.* Alnus incana DC. *H.* Juniperus communis L. *X.* Tulipa silvestris L. Anthericum Liliago L. *X. l.* Convallaria Polygonatum L. Tamus communis L. Gladiolus segetum Gawl. Orchis hircina Crtz. *X.* O. pyramidalis L. *X. un peu p.-ps.* Ophrys apifera Huds. *X.* O. arachnites Rich. *X.* O. aranifera Huds. *X.* Carex glauca Scop. *p.* C. montana L. *X.* C. digitata L. *X.* C. nitida Host. *X. ps.* Phleum asperum Jacq. *X.* P. alpinum L. Avena pratensis L. *X.* Vulpia ciliata Link. *un peu ps.* Bromus squarrosus L. *X.* Triticum vulgare Vill. Nardurus tenellus Rchb. *ps.* Asplenium Ruta-muraria L. *l.*

VII. *Indifférentes.*

Clematis Vitabla L. *X.* Thalictrum flavum L. *H. p.-ps.* Anemone Pulsatilla L. *X. l.-ps.* A. alpina L. A. nemorosa L. A. ranunculoides L. A. narcissiflora L. A. Hepatica L. Ranunculus aquatilis L. *H.* R. fluitans L. *H.* R. aconitifolius L. *H. un peu p.* R. platanifolius L. R. Flammula L. *H.* R. Lingua L. *H.* R. auricomus L. *un peu X.* R. acris L. R. nemorosus DC. *un peu X.* R. chærophyllos L. *X.* R. arvensis L. R. Ficaria L. *un peu H.* Caltha palustris L. *H.* Trollius europæus L. Isopyrum thalictroides L. Aquilegia vulgaris L. *un peu X.* Delphinium Consolida L. D. Ajacis L. Aconitum Lycoctonum L. *un peu H.* A. Napellus L. Actæa spicata L. *un peu H.* Nymphæa alba L. *H.* Nuphar luteum Sm. *H.* Papaver Rhœas L. P. dubium L. Papaver Argemone L. *un peu ps.* P. hybridum L. *id.* Chelidonium majus L. Fumaria officinalis L. Sinapis arvensis L. Barbarea vulgaris R. Br. *un peu H.* Sisymbrium pinnatifidum DC. S. officinale L. S. supinum L. *un peu ps.* S. Columnæ Jacq. S. Alliaria Scop. *un peu H.* Nasturtium officinale R. Br. *H.* Turritis glabra L. *X. l.-ps.* Arabis Thaliana L. *ps.* A. arenosa Scop. *l.-ps.* Cardamine pratensis L. *un peu H.* C. amara L. *H.* C. impatiens L. *un peu ps.* C. resedifolia L. Dentaria bulbifera L. Draba verna L. Thlaspi Bursa-pastoris L. Lepidium campestre R. Br. *un peu ps.* Senebiera Coronopus Poir. *un peu H.* Helianthemum vulgare L. *X. l. aussi un peu ps.* Viola hirta L. *X.* V. odorata L. V. silvatica K. Reseda lutea L. *un peu ps.* R. Luteola L. Parnassia palustris L. *H. p.-ps.* Polygala amara Jacq. *un peu H. p.* Silene inflata Sm. *un peu ps.* Lychnis diurna Sibth. Silene nutans L. *X. l.* Lychnis Flos-Cuculi L. *un peu H.* Agrostemma Githago L. Saponaria officinalis L. *un peu H.* Dianthus monspessulanus L. D. Carthusianorum L. *X. l., plus rarement ps.* Sagina procumbens L. *H. p.* S. nodosa Fenzl. *H. ps.* Arenaria tenuifolia L. *un peu ps.* A. serpyllifolia L. *id.* A. trinervia L. *un peu H.* Stellaria media L. S. graminea L. Cerastium viscosum L. C. brachypetalum L. C. semidecandrum L. *X. un peu ps.* C. glutinosum Fries. Linum catharticum L. Malva silvestris L. M. rotundifolia L. Geranium silvaticum L. G. sanguineum L. *X. l.-ps.* G. columbinum L., G. dissectum L. *un peu ps.* G. pyrenaicum L. *un peu H.* G. molle L. *un peu ps.* G. pusillum L. *id.* G. lucidum L. *l. un peu H.* G. Robertianum L. Erodium ciconium Willd. E. cicutarium L'Hér. *un peu ps.* Hypericum perforatum L. H. quadrangulum L. *un peu H.* H. montanum L. *X.* Acer Pseudoplatanus L. A. platanoides L. A. campestre L. Impatiens Noli-tangere L. *H.* Oxalis Acetosella L. *un peu H.* Coriaria myrtifolia L. Evonymus europæus L. Rhamnus catharticus L. *un peu X.* R. alpina L. *X. l.* Genista tinctoria L. Ononis spinosa L. *un peu ps.* O. arvensis Lam. Medicago Lupulina L. M. minima L. *un peu ps.* M. maculata Willd. M. Gerardi Willd. Melilotus officinalis Lam. M. macrorhiza Pers. *un peu H.* M. parviflora Desf. M. sulcata Desf. Trifolium augustifolium L. *X. un peu ps.* T. pratense L. T. ochroleucum L. *X.* T. montanum L. *un peu X.* T. alpinum L. T. repens L. T. filiforme L. *X. un peu ps.* T. parisiense DC. Lotus siliquosus L. *H.* L. corniculatus L. Astragalus glycyphyllos L. Vicia sativa L. V. angustifolia L. V. sepium L. V. Cracca L. Lathyrus Aphaca L. L. Nissolia L. L. hirsutus L. *un peu ps.* L. silvestris L. L. tuberosus L. *p.* L. pratensis L. *un peu H.* L. sphæricus Retz. L. angulatus L. Onobrychis sativa Lam. *X.* Prunus spinosa L. *X. l.-ps.* P. avium L. Spiræa Filipendula L. *un peu X. ps.* S. Ulmaria L. *H.* S. Aruncus L. Dryas octopetala L. Geum urbanum L. G. rivale L. *H. p.-ps.* Potentilla Fragariastrum Ehrh. *un peu X.* P. micrantha Ram. *id.* P. splendens Ram. *un peu ps.* P. verna L. *X. l., aussi ps.* P. alpestris Hall. f. *X. l.* P. aurea L. *X. l.* P. reptans L. *un peu H. ps.* P. Anserina L. *un peu H. ps.-p.* Fragaria vesca L. F. elatior Ehrh. *un peu X.* Rubus saxatilis L. R. cæsius L. *un peu H.* R. fructicosus L. (et la plupart de ses innombrables formes). Rosa pimpinellifolia DC. *X. l.-ps.* R. arvensis Huds. *un peu H.* R. alpina L. R. rubrifolia Vill. R. canina L. R. tomentosa Sm. Agrimonia Eupatoria L. Poterium Sanguisorba L. *X.* Alchemilla alpina L. A. vulgaris L. *un peu H.* A. arvensis Scop. *ps.* Mespilus germanica L. Cratægus Oxyacantha L. C. monogyna Jacq. Cotoneaster vulgaris Lindl. *X. l.* Pirus communis L. P. Malus L. Sorbus domestica L. S. aucuparia L. S. scandica Fries. *X.* S. Aria Crtz. *X.* S. torminalis L. Aronia rotundifolia Pers. *X. l.* Epilobium tetragonum L. *H.* E. trigonum Schrk. E. montanum L. E. parviflorum Schreb. *H.* E. hirsutum L. *H.* E. spicatum Lam. Circæa Lutetiana L. *un peu H.* C. alpina L. *id.* Myriophyllum verticillatum L. *H.* Hippuris vulgaris L. *H.* Ceratophyllum demersum L. *H.* Lythrum Salicaria L. *un peu H. p.* Myrtus communis L. *X.* Bryonia dioica L. Portulaca oleracea L. *ps.* Herniaria glabra L. *ps.* Scleranthus annuus L. *ps.* Sedum Telephium L. *un peu ps.* S. rubens L. *id.* S. acre L. *X. l. aussi ps.* S. sexangulare L. *id.* S. reflexum L. *id.* S. Cepæa L. *un peu ps.* Sempervivum tectorum L. *X. l.* Ribes Uva-crispa L. *X.* R. alpinum L. R. petræum Wulf. *X.* Saxifraga aizoides L. *un peu H.* S. tridactylites L. *X. un peu ps.* Daucus Carota L. *un peu ps.* Torilis Anthriscus Gm. Laserpitium latifolium L. Angelica silvestris L. *H.* Pastinaca sativa L. Heracleum Sphondylium L. Silaus pratensis Bess. *un peu H.* Seseli montanum L. *X. l.* Æthusa Cynapium L. Œnanthe Phellandrium Lam. *H.* Bupleurum longifolium L. Sium angustifolium L. *H.* S. nodiflorum L. *H.* Pimpinella magna L. *un peu H.* P. Saxifraga L. *un peu X.* Carum Carvi L. Ægopodium Podagraria L. *un peu H.* Ammi majus L. A. Visnaga L. Petroselinum segetum K. Scandix Pecten-Veneris L. Anthriscus silvestris Hoffm. Chærophyllum hirsutum L. *un peu H.* Ch. temulum L. *un peu H.* Conium maculatum L. *un peu ps.* Sanicula europæa L. *un peu H.* Hedera Helix L. Cornus sanguinea L. Adoxa Moschatellina L. *un peu H.* Sambucus nigra L. S. racemosa L. Viburnum Lantana L. V. Opulus L. Lonicera Periclymenum L. L. Xylosteum L. Galium Cruciata L. G. rotundifolium L. G. verum L. *un peu X.* G. Mollugo L. G. silvaticum L. G. palustre L. *H.* G. Aparine L. Asperula odorata L. *un peu H.* A. cynanchica L. *X. l.-ps.* Sherardia arvensis L. *un peu ps.* Valeriana officinalis L. *un peu H.* Valerianella olitoria Poll. *un peu ps.* V. carinata Lois. V. Auricula DC. V. dentata. K. V. eriocarpa Desv. V. coronata DC. Dipsacus silvestris L. D. laciniatus L. D. pilosus L. *un peu H.* Scabiosa arvensis L. S. silvatica L. S. Columbaria L. *X.* Eupatorium cannabinum L. *H.* Cacalia albifrons L. *un peu H.* Tussilago alpina L. *id.* Erigeron canadensis L. *un peu ps.* E. acris L. *X. l.-ps.* Bellis perennis L. Senecio vulgaris L. S. Jacobæa L. S. nemorensis L. Artemisia vulgaris L. *un peu ps.* Chrysanthemum Leucanthemum L. C. Parthenium Pers. *un peu ps.* C. segetum L. C. Myconis L. Matricaria Chamomilla L. M. inodora L. Anthemis Cotula L. A. altissima L. A. tinctoria L. Achillea Millefolium L. *un peu X.* A. Ptarmica L. *H.* Bidens tripartita L. *H.* B. cernua L. *H.* Inula Helenium L. *un peu H.* Inula salicina L. *X.* I. hirta L. I. Britanica L. *H.* I. graveolens Desf. I. dysenterica L. *H. p.* Helichrysum Stœchas DC. *X.* Gnaphalium silvaticum L. Calendula arvensis L. *un peu ps.* Galactites tomentosa Mœnch *un peu X.* Silybum Marianum Gærtn. Onopordon Acanthium L. *un peu ps.* Cirsium lanceolatum Scop. C. eriophorum Scop. C. monspessulanum All. C. oleraceum Scop. *H.* C. rivulare Link. *H. p.* C. acaule All. *un peu X.* C. arvense Scop. Carduus tenuiflorus Curt. C. Personata Jacq. *H.* C. crispus L. C. nutans L. *un peu ps.* Centaurea Jacea L. C. montana L. C. Cyanus L. *un peu ps.* C. Scabiosa L. *un peu X.* C. Calcitrapa L. *un peu ps.* C. solstitialis L. Kentrophyllum lanatum DC. *un peu X.* Carlina corymbosa L. *un peu X.* C. acanthifolia All. Les trois Lappa Tournef. Catanance cærulea L. *X.* Cichorium Intybus L. Lapsana communis L. Hypochœris radicata L. Leontodon autumnalis L. L. hastilis L. Tragopogon pratensis L. T. orientalis. L. Chondrilla juncea L. *ps.* Taraxacum officinale Wigg. *un peu H.* Lactuca muralis Fres. *id.* Prenanthes purpurea L. Sonchus tenerrimus L. S. oleraceus L. S. asper L. S. arvensis L. *un peu ps.* S. alpinus L. Pterotheca nemausensis Cass. Crepis taraxacifolia Thuil. C. setosa Hall. f. *un peu X.*

C. fœtida L. *X. un peu ps.* C. biennis L. C. virens L. *un peu ps.* C. succisæfolia Tausch. Hieracium Pilosella L. H. Auricula L. H. murorum L. H. silvaticum Lam. Campanula latifolia L. C. Trachelium L. C. rapunculoides L. C. Rapunculus L. *un peu ps.* C. Erinus L. *X.* C. rotundifolia L. C. pusilla Hænck. *un peu H.* C. persicifolia L. *un peu X.* Arbutus Uva-ursi L. Rhododendron ferrugineum L. Pirola rotundifolia L. *un peu H.* P. minor L. *id.* P. secunda L. P. uniflora L. Hottonia palustris L. *H.* Primula grandiflora Lam. P. officinalis Jacq. P. elatior Jacq. Lysimachia vulgaris L. *H.* L. nummularia L. *un peu H. p.* Anagallis arvensis L. *un peu ps.* Fraxinus excelsior L. Phillyrea angustifolia L. *X.* P. media L. *X.* Ligustrum vulgare L. *un peu X.* Vinca minor L. V. major L. Erythræa Centaurium L. *un peu p.* Gentiana lutea L. G. campestris L. Convolvulus sepium L. C. arvensis L. Borago officinalis L. *un peu ps.* Symphytum officinale L. *H.* S. tuberosum L. *un peu H.* Lithospermum arvense L. *un peu ps.* Echium Italicum L. E. vulgare L. E. plantagineum L. Pulmonaria officinalis L. Myosotis palustris Vith. *H.* M. hispida Schl. *un peu ps.* M. intermedia Link. *id.* Cynoglossum officinale L. *un peu ps.* C. montanum Lam. Lycium barbarum L. Solanum Dulcamara L. *un peu H.* Atropa Belladona L. Datura Stramonium L. *ps.* Hyoscyamus niger L. *id.* H. albus L. Verbascum Thapsus L. V. thapsiforme Schrad. V. sinuatum L. *un peu X.* V. pulverulentum Vill. *un peu X.* V. nigrum L. Scrofularia nodosa L. *un peu H.* S. aquatica L. *H.* S. Hoppii K. *X.* Antirrhinum majus L. *X.* A. Asarina L. *un peu H.* Linaria spuria Mill. *ps.-p.* L. Elatine Desf. *id.* L. græca Chav. *un peu p.* L. vulgaris Mœnch. L. supina Desf. *ps.* L. minor Desf. Veronica Chamædrys L. V. Beccabunga L. *H.* V. Anagallis L. *H.* V. spicata L. *X. ps.* V. montana L. V. officinalis L. V. arvensis L. V. præcox L. *un peu ps.* V. Buxbaumii Ten. V. agrestis L. V. hederæfolia L. Digitalis grandiflora All. *X.* Euphrasia officinalis L. E. Odontites L. E. serotina Lam. E. Jaubertiana Bor. Rhinanthus major Ehrh. R. minor Ehrh. Melampyrum nemorosum L. *un peu H.* M. silvaticum L. Mentha rotundifolia L. *H. un peu p.* M. silvestris L. *id.* Lycopus europæus L. *H.* Origanum vulgare L. *un peu X.* Thymus Serpyllum L. *id.* Satureia hortensis L. *un peu ps.* S. montana L. *X. l.* Calamintha alpina Lam. C. Acinos Clairv. *un peu ps.* Clinopodium vulgare L. *un peu X.* Salvia officinalis L. S. pratensis L. Nepeta Cataria L. Glechoma hederacea L. *un peu H.* Lamium amplexicaule L. *ps.* L. incisum Willd. *un peu ps.* L. purpureum L. *id.* L. maculatum L. *un peu H.* L. album L. *id.* Leonurus Cardiaca L. Galeopsis Galeobdolon L. G. Tetrahit L. Stachys germanica L. *un peu ps.* S. alpina L. S. silvatica L. *un peu H.* S. palustris L. *H.* Betonica officinalis L. Ballota fœtida Lam. Phlomis Herba-venti L. Sideritis romana L. *un peu ps.* Marrubium vulgare L. *id.* Scutellaria galericulata L. *H.* Prunella vulgaris L. P. alba Pall. *X.* P. grandiflora Mœnch. *X.* Ajuga reptans L. *un peu H. p.* A. genevensis L. *ps.* Teucrium Scordium L. *H. p.* T. Scorodonia L. *un peu X.* Verbena officinalis L. Plantago major L.

P. media L. P. lanceolata L. P. Coronopus L. P. Lagopus L. P. Cynops L. *un peu ps.* Amarantus Blitum L. *un peu H.* A. retroflexus L. *ps.* A. albus L. A. prostratus Balb. Atriplex hastata L. *un peu H. p.-ps.* A. patula L. *id.* Chenopodium Botrys L. C. Vulvaria L. *un peu ps.* C. album L. *id.* C. opulifolium Schrad. *id.* C. murale L. C. glaucum L. *H. p.-ps.* C. rubrum *id.* C. Bonus-Henricus L. *un peu H.* Rumex pulcher L. R. obtusifolius DC. *un peu H.* R. conglomeratus Murr. *id.* R. nemorosus Schrad. R. crispus L. R. arifolius All. R. Acetosa L. Polygonum Bistorta L. *H. p.* P. viviparum L. P. amphibium L. *H. p.* P. lapathifolium L. *un peu H.* P. Persicaria L. *id.* P. Hydropiper L. *H.* P. mite Schrk. *id.* P. aviculare L. P. dumetorum L. P. Convolvulus L. Daphne Laureola L. D. Cneorum L. *X. l.* Thesium alpinum L. *X.* T. pratense Ehrh. *id.* T. humifusum DC. *id.* Osyris alba. L. *un peu X.* Asarum europæum L. *un peu H.* Euphorbia Helioscopia L. E. pilosa L. E. dulcis L. E. Esula L. E. serrata L. E. Cyparissias L. *X. l.-ps.* E. exigua L. *un peu ps.* E. Peplus L. E. amygdaloides L. E. Characias L. *X.* Mercurialis annua L. Ulmus campestris L. Les Urtica L. Parietaria officinalis L. Humulus Lupulus L. Fagus silvatica L. Quercus Robur L. (la variété *Q. pubescens* Willd. *X.*). Q. Ilex L. *X.* Q. coccifera L. Corylus Avellana L. Carpinus Betulus L. Salix pentandra L. *H.* S. fragilis L. *id.* S. alba L. *id.* S. amygdalina L. *id.* S. purpurea L. *id.* S. viminalis L. *id.* S. Caprea L. S. repens L. *H. ps.* S. cinera L. *H. p.* Populus Tremula L. *un peu H.* P. nigra L. *id.* Alnus glutinosa L. *H.* Abies pectinata DC. A. excelsa D.C. Taxus baccata L. Alisma Plantago L. *H.* Sagittaria sagittæfolia L. *id.* Butomus umbellatus L. *H. p.* Colchicum autumnale L. Veratrum album L. Fritillaria Meleagris L. *H.* Lilium Martagon L. Ornithogalum Pyrenaicum L. O. umbellatum L. *un peu ps.* Gagea arvensis Schult. *id.* Allium vineale L. A. sphærocephalum L. *un peu ps.* A. ursinum L. *un peu H.* A. oleraceum L. Endymion nutans Dum. *un peu H.* Muscari racemosum DC. *un peu ps.* Anthericum ramosum L. *X.* Paris quadrifolia L. *un peu H.* Ruscus aculeatus L. *X. l.-ps.* Streptopus amplexifolius DC. Convallaria multiflora L.C. maialis L. Maianthemum bifolium DC. *un peu H.* Asparagus acutifolius L. Crocus vernus L. Iris Germanica L. *X. l.* I. pseudo-Acorus L. *H.* I. fœtidissima L. *un peu X.* I. graminea L. Leucoium vernum L. Narcissus pseudo-Narcissus L. N. poeticus L. N. Tazetta L. Spiranthes autumnalis Rich. *un peu p.* Cephalanthera ensifolia Rich. *un peu X.* C. lancifolia Murr. Epipactis latifolia All. *un peu H.* E. palustris Crtz. *H. p.* E. ovata Crtz. *un peu H. p.* Serapias longipetala Poll. S. Lingua L. Orchis Morio L. O. ustulata L. *un peu ps.* O. Simia L. *X.* O. militaris L. *X.* O. fusca Jacq. O. globosa L. O. mascula L. O. bifolia L. O. chlorantha Cust. O. Conopsea L. O. odoratissima L. O. viridis Crtz. *un peu H.* O. albida Scop. O. nigra L. Ophrys Scolopax Cav. Hydrocharis Morsus-ranæ L. *H.* Triglochin palustre L. *H. p.-ps.* Potamogeton nutans L. *H.* P. fluitans Roth. *H.* P. rufescens Schrad. *H.* P. lucens L. *H.* P. perfoliatus L. *H.*

P. crispus L. *H.* P. pusillus L. *H.* P. densus L. *H.* P. pectinatus L. *H.* Naias major Roth. *H.* Tous les Lemna L. *H.* Arum maculatum L. A. italicum Mill. A. Arisarum L. Acorus Calamus L. *H. p.* Typha latifolia L. *H.* T. angustifolia L. *H.* Sparganium ramosum L. *H.* Juncus glaucus Ehrh. *H. p.* J. lamprocarpus Ehrh. *H. p.-ps.* J. obtusiflorus Ehrh. *id.* J. compressus Jacq. *H. ps.* J. bufonius L. *H. p.-ps.* Luzula pilosa Willd. L. Forsteri DC. *un peu X.* L. campestris DC. Scirpus silvaticus L. *H. ps.-p.* S. compressus Pers. *H. p.* S. Holoschœnus L. *un peu ps.* S. lacustris L. *H.* S. palustris L. *H. p.-ps.* Carex Davalliana Sm. *H. p.* C. muricata L. *un peu X.* C. stricta Good. *H.* C. acuta L. *H.* C. præcox Jacq. *X.* C. silvatica Huds. C. depauperata Good. *un peu X.* C. flava L. *H. p.* C. Mairei Coss. Germ. *id.* C. paludosa Good. *H.* C. riparia Curt. *H.* Leersia oryzoides Soland. *H.* Phalaris arundinacea L. *H.* Anthoxanthum odoratum L. Crypsis alopecuroides Schrad. *H. p.-ps.* C. schœnoides Lam. *id.* C. aculeata Ait. *id.* Phleum pratense L. Alopecurus pratensis L. *un peu H.* A. agrestis L. A. geniculatus L. *un peu H.* A. utriculatus Pers. Setaria glauca Beauv. *un peu ps.* S. viridis Beauv. *id.* S. verticillata Beauv. *id.* Cynodon Dactylon Pers. *X. ps.* Phragmites communis Trin. *H.* Calamagrostis Epigeios Roth. C. montana DC. Agrostis stolonifera L. *un peu H.* A. Spica-venti L. *un peu ps.* A. interrupta L. *id.* Gastridium lendigerum Gaudin *un peu ps.* Milium effusum L. Aira cæspitosa L. Avena barbata Brot. *X.* A. fatua L. A. pubescens L. A. elatior L. A. flavescens L. Holcus lanatus L. Kœleria cristata Pers. *un peu X.* K. phleoides Pers. Glyceria aquatica Presl. *H. p.* G. fluitans R. Br. *H.* G. plicata Fries. *H.* G. spectabilis M. K. *H.* Poa annua L. P. nemoralis L. P. alpina L. P. bulbosa L. *un peu ps.* P. compressa L. *id.* P. pratensis L. Briza media L. *un peu X.* Melica nutans L. M. uniflora Retz. Dactylis glomerata L. Cynosurus cristatus. L. C. echinatus L. *un peu ps.* Festuca rigida Kunth. F. ovina L. *X.* F. heterophylla Lam. *un peu H.* F. silvatica Vill. *id.* F. arundinacea Schreb. *H.* F. pratensis L. F. gigantea Vill. Bromus sterilis L. *un peu X.* B. maximus Desf. *id.* B. madritensis L. *id.* B. asper L. B. erectus Huds. *X.* B. secalinus L. B. arvensis L. *un peu ps.* B. commutatus Schrad. B. mollis L. Hordeum murinum L. H. secalinum Schreb. *un peu H.* Elymus europæus L. Brachypodium silvaticum R. Sch. B. pinnatum Beauv. *un peu X.* B. ramosum R. Sch. *X.* Lolium perenne L. L. italicum Br. L. multiflorum Lam. L. temulentum L. Gaudinia fragilis Beauv. *un peu ps.* Equisetum arvense L. *p.* E. Telmateia Ehrh. *H. p.* E. hyemale L. *H.* Lycopodium Selago L. *un peu H.* L. annotinum L. Botrychium Lunaria Sw. *un peu X.* Ophioglossum vulgatum L. *un peu H.* Polypodium Phegopteris L. *id.* P. Dryopteris L. *id.* Aspidium Lonchitis Sw. *id.* A. aculeatum Doell. *id.* Polystichum Filix-mas Roth. P. spinulosum DC. Cystopteris fragilis Bernh. *l.* Asplenium Filix-fœmina Bernh. A. Trichomanes L. *l.* Scolopendrium officinarum Sm. *un peu H. l.* Adiantum Capillus-Veneris L. *H. l.*

VIII. *Calcifuges presque indifférentes, cependant plus nombreuses sur les sols privés de calcaire.*

Raphanus Raphanistrum L. *ps.* Erysimum cheiranthoides L. *un peu ps.* Sisymbrium Irio L. *ps.* S. Sophia L. *id.* Nasturtium silvestre R. Br. *H. ps.* N. amphibium R. Br. *id.* N. palustre DC. *id.* Cardamine hirsuta L. Alyssum incanum L. *ps.* Thlaspi alpestre L. Rapistrum rugosum All. *ps.* Cistus monspeliensis L. *X. l.* Viola tricolor L. (la plupart de ses nombreuses races). Polygala vulgaris L. Silene conica L. *ps.* S. gallica L. *id.* Lychnis vespertina Sibth. *un peu ps.* L. Viscaria L. Dianthus prolifer L. Stellaria Holostea L. S. nemorum L. *H.* Malachium aquaticum Fries *H.* Linum gallicum L. L. angustifolium L. Malva moschata L. Geranium phæum L. Erodium romanum Willd. Hypericum tetrapterum L. *H.* Ilex Aquifolium L. Rhamnus Frangula L. *un peu H.* Spartium junceum L. Genista pilosa L. G. Scorpius DC. Melilotus alba Desr. Trifolium arvense L. *ps.* T. striatum L. T. elegans Savi *H. p.* T. procumbens L. *ps.* T. agrarium L. Lotus uliginosus Murr. *H.* Vicia Cassubica L. Lathyrus Clymenum L. Prunus Padus L. *un peu H.* Epilobium roseum Schreb. *H.* Œnothera biennis L. *un peu ps.* Circæa intermedia Ehrh. un peu *H.* Isnardia palustris L. *H.* Myriophyllum spicatum L. *H.* Polycarpum tetraphyllum L. *ps.* Sedum Rhodiola DC. *l.* S. elegans Lej. Sempervivum montanum L. *X. l.* S. arachnoideum L. *X. l.* Saxifraga granulata L. Chrysosplenium alternifolium L. *H.* Peucedanum parisiense DC. P. Oreoselinum Mœnch *un peu ps. H.* Œnanthe fistulosa L. *H.* Œ. peucedanifolia Mœnch. *un peu H.* Sium latifolium L. *H.* Sison Amomum L. *un peu H.* Valeriana dioica L. *H.* Scabiosa Succisa L. *H. p.* Solidago Virga-aurea L. Senecio viscosus L. *ps.* S. aquaticus Huds. *H. p.* S. paludosus L. *H.* Tanacetum vulgare L. *un peu ps.* Anthemis nobilis L. *un peu H. p.* A. mixta L. A. arvensis L. Inula Pulicaria L. *H. ps.-p.* Gnaphalium uliginosum L. *p.-ps.* Gnaphalium dioicum L. *un peu ps.* Evax pygmæa Pers. Cirsium palustre Scop. *H. ps.-p.* C. bulbosum DC. Serratula tinctoria L. Tolpis barbata Willd. Rhagadiolus stellatus DC. Scorzonera humilis L. *H. p.* Crepis paludosa Mœnch. *H.* Hieracium boreale Fries. H. umbellatum L. Scolymus hispanicus L. *X.* Xanthium Strumarium L. *un peu ps.* X. macrocarpum DC. *id.* X. spinosum L. *id.* Phyteuma hemisphæricum L. P. spicatum L. Campanula patula L. Vaccinium Vitis-idæa L. Primula farinosa L. *H. p.* Androsace carnea L. *X. l.* Lysimachia nemorum L. Linum stellatum L. *un peu ps.* Trientalis europæa L. Erythræa pulchella Horn. *un peu H. p.* Menyanthes trifoliata L. *H.* Anchusa officinalis L. *ps.* Asperugo procumbens L. *un peu ps.* Solanum nigrum L. *id.* Verbascum Blattaria L. *un peu H. p.* Scrofularia canina L. *ps. un peu H.* Linaria striata DC. Gratiola officinalis L. *H.* Veronica serpyllifolia L. *un peu H. p.* V. triphyllos L. *ps.* Melampyrum cristatum L. *un peu X. ps.* Lavandula

Stœchas L. Mentha Pulegium L. *H. ps.-p.* Plantago arenaria W. K. *ps.* Amarantus silvestris Desf. *un peu ps.* Chenopodium polyspermum L. *ps.* C. hybridum L. *id.* C. urbicum L. Rumex palustris Sm. *H.* Euphorbia stricta L. *un peu ps.* E. hyberna L. Quercus Toza Bosc. *un peu H.* Q. Suber L. Salix aurita L. *H. p.-ps.* S. herbacea L. Populus alba L. *H.* P. canescens Sm. *id.* Scilla autumnalis L. *ps.* Serapias cordigera L. Orchis laxiflora Lam. *H.* O. sambucina L. O. latifolia L. *H. p.-ps.* O. maculata L. *un peu H. p.* Zannichellia palustris L. *H.* Naias minor All. *id.* Sparganium simplex Hud. *H. p.* Juncus conglomeratus L. *H. p.-ps.* J. effusus L. *id.* J. silvaticus Reich. *id.* Luzula nivea DC. Schœnus nigricans L. *H. ps.* Cyperus longus L. *H. ps.-p.* C. fuscus L. *id.* C. flavescens L. *id.* Cladium Mariscus R. Br. *id.* Les Eriophorum L. *H. ps.* Scirpus setaceus L. *H. ps.-p.* S. acicularis L. *H. p.* Carex disticha Huds. *H. p.-ps.* C. vulpina L. *id.* C. paniculata L. *id.* C. paradoxa Willd. *id.* C. leporina L. *id.* C. pallescens L. *un peu H. p.* C. panicea L. *H.* C. Œderi Retz. *H. p.-ps.* C. biformis Schultz *id.* C. ampullacea Good. *H.* C. vesicaria L. *id.* C. hirta L. *id.* Alopecurus bulbosus L. Cenchrus racemosus L. *ps.* Panicum Crus-galli L. *id.* P. sanguinale L. *id.* Sorghum alepense Pers. *id.* Agrostis vulgaris With. Aira multiculmis Dun. *un peu ps.* Poa fertilis Host. *un peu H.* Eragrostis megastachya Link. *ps.* E. pilosa Beauv. *id.* Briza minor L. *un peu ps.* Molinia cærulea Mœnch. *H.* Festuca rubra L. *un peu ps.* Bromus tectorum L. *ps.* Ægilops ovata L. *id.* Equisetum silvaticum L. *un peu H.* E. palustre L. *H.* E. limosum L. *id.* Lycopodium clavatum L. *un peu H.* Polypodium vulgare L. *un peu H. l.* Asplenium Adiantum-nigrum L. Blechnum Spicant Roth. *H. ps.*

IX. *Calcifuges plus exclusives, pouvant se propager sur les terrains où la présence du calcaire est décelée par les acides, mais alors plus rares et souvent moins vigoureuses que sur les sols privés de calcaire.*

Ranunculus tripartitus DC. *H. p.* R. Philonotis Ehrh. R. sceleratus L. *H.* Sinapis Cheiranthus K. *ps.* Barbarea præcox R. Br. Cistus salvifolius L. *X. ps.* Helianthemum umbellatum L. H. guttatum Mill. *ps.* Gypsophila muralis L. *id.* Dianthus Armeria L. D. superbus L. *H.* Silene Armeria L. Sagina apetala L. *ps.-p.* Arenaria rubra L. *ps.* Stellaria uliginosa Murr. *H. ps.* Spergula arvensis L. *ps.* Hypericum humifusum L. *ps.-p.* H. pulchrum L. *id.* Oxalis corniculata L. *ps.* Genista germanica L. Lupinus reticulatus Desv. *ps.* Trifolium subterraneum L. Lotus tenuifolius Rechb. *H. p.* Vicia lathyroides L. Comarum palustre L. *H. ps.* Agrimonia odorata Mill. *un peu H.* Sanguisorba officinalis L. *H.* Epilobium palustre L. *H.* E. virgatum Fries. *H.* Trapa natans L. *H.* Lythrum Hyssopifolia L. *H. p.-ps.* L. bibracteatum Salzm. *id.* Herniaria hirsuta L. *ps.* Cotyledon Umbilicus L. *X. l.* Chrysosplenium oppositifolium L. *H.* Peucedanum palustre Mœnch. *H.* Meum Athamanticum Jacq. Œnanthe pimpinelloides L. Œ. Lachenalii Gm. *H.* Galium vernum Scop. G. boreale L. *H.* G. uliginosum L. *H.* Doronicum plantagineum L. D. austriacum Jacq. Arnica montana L. Senecio silvaticus L. *ps.* Gnaphalium luteo-album L. *p.-ps.* Filago germanica L. *un peu ps.* F. gallica L. *id.* Centaurea nigra L. Thrincia hirta Roth. *ps.-p.* Leontodon pyrenaicus Gouan. Andryala sinuata L. *un peu ps.* Jasione montana L. *id.* Phyteuma nigrum Sm. Vaccinium Myrtillus L. *un peu H.* Erica arborea L. Pirola umbellata L. *un peu ps.* Pinguicula vulgaris L. *H. p.* Tous les Utricularia L. *H.* Centunculus minimus L. *H. p.* Samolus Valerandi L. *H. p.-ps.* Anagallis tenella L. *id.* Gentiana Pneumonanthe L. *H.* Swertia perennis L. *H. ps.* Myosotis versicolor Pers. *ps.* Anarrhinum bellidifolium Desf. *un peu X.* Antirrhinum Orontium L. *ps.* Linaria Pelliceriana DC. *id.* Veronica scutellata L. *H.* V. verna L. *ps.* Digitalis purpurea L. *un peu l.-ps.* Pedicularis palustris L. *H.* P. silvatica L. *un peu H.* P. Sceptrum-Carolinum L. *H. ps.* Stachys arvensis L. *ps.* Rumex maritimus L. *H. p.* R. Hydrolapathum Huds. *H. p.-ps.* R. Acetosella L. *X. ps.* Polygonum Fagopyrum L. *un peu ps.* P. tataricum L. *id.* P. minus Huds. Euphorbia angulata Jacq. Betula alba L. B. pubescens Ehrh. *H.* Myrica Gale L. *H. ps.* Pinus silvestris L. *ps.* Alisma ranunculoides L. *H.* A. Damasonium L. *H.* Asphodelus albus L. *un peu ps.* Iris sibirica L. *H.* Spiranthes æstivalis Rich. *H.* Potamogeton gramineus L. *id.* P. acutifolius Link. *id.* P. obtusifolius M. K. *id.* P. oblongus Viv. *id.* P. trichoides Cham. *id.* Calla palustris L. *H. p.-ps.* Sparganium natans L. *H.* Juncus pygmæus Thuil. *H. p.* J. capitatus Weig. *ps.* Luzula silvatica Gaud. L. albida DC. L. multiflora Lej. Scirpus fluitans L. *H. p.* S. multicaulis Sm. *H. ps.-p.* Rhynchospora alba Vahl. *H. ps.* Carex pulicaris L. *H. ps.* C. fœtida All. *H.* C. Schreberi Schrk *ps.* C. brizoides L. *p.-ps.* C. teretiuscula Good. *H.* C. maxima Scop. *H. p.-ps.* C. polyrhiza Wallr. C. frigida All. C. pseudo-Cyperus L. *H.* C. filiformis L. *H.* Chamagrostis minima Borkh. *ps.* Alopecurus fulvus Sm. *H. p.* Agrostis canina L. *H.* Aira canescens L. *X. ps.* Holcus mollis L. *un peu ps.* Poa sudetica Hæncke. Vulpia pseudo-Myuros Soy. W. *ps.* Secale cereale L. Polystichum Oreopteris DC. *un peu H.* P. Thelypteris Roth. *H.* Pteris aquilina. L.

X. *Calcifuges exclusives ou presque exclusives, ne se rencontrant jamais qu'accidentellement, et sans s'y propager, et ne pouvant être cultivées, pour la plupart, sur les terrains qui renferment assez de calcaire pour produire à froid une effervescence avec les acides.*

Ranunculus hederaceus L. *H.* R. nodiflorus L. *H.* Corydalis claviculata DC. *H. l.* Nasturtium pyrenaicum R. Br. *ps.* Teesdalia nudicaulis R. Br. *ps.* T. Lepidium DC. *id.* Lepidium heterophyllum Benth. *ps.-p.* Viola palustris L. *H. ps.* V. pratensis M. K. *un peu ps.* Asterocarpus Clusii Gay.

X. ps. Tous les Drosera L. *H. ps.* Polygala depressa Wendr. *un peu ps.* Silene rupestris L. *X. l.* Sagina subulata Wimm. *ps.* Mœnchia erecta K. Elatine hexandra DC. *H. p.* E. Alsinastrum L. *id.* Linum Radiola L. *p.-ps.* Geranium palustre L. *H.* Hypericum Elodes L. *H. p.-ps.* Ulex europæus L. U. nanus Sm. *un peu H. p.* U. provincialis Lois. Sarothamnus scoparius K. *un peu ps.* Genista purgans DC. G. anglica L. Adenocarpus complicatus Gay. Trifolium spadiceum L. Orobus tuberosus L. Ornithopus ebracteatus Brot. *ps.* O. compressus L. *id.* O. perpusillus L. *id.* Potentilla argentea L. Myriophyllum alterniflorum DC. *H.* Peplis Portula L. *H. p.* Montia rivularis Gm. *H.* M. minor Gm. *ps.* Illecebrum verticillatum L. *un peu H. ps.* Corrigiola littoralis L. *ps.* Scleranthus perennis L. *ps.-l.* Tillæa muscosa L. *ps.* Bulliardia Vaillantii DC. *H. ps.* Sedum annuum L. *l.-ps.* S. villosum L. S. pentandrum Bor. Saxifraga stellaris L. *H.* S. Hirculus L. *H. ps.* Selinum Carvifolium L. *un peu H. ps.* Œnanthe crocata L. *H.* Carum verticillatum K. *H. p.-ps.* Bunium denudatum DC. *ps.* Helosciadium inundatum K. *H.* Cicuta virosa L. *H. ps.* Hydrocotyle vulgaris L. *H. ps.* Galium saxatile L. Valeriana tripteris L. *un peu H.* Senecio Adonidifolius Lois. Helichrysum arenarium DC. *ps.* Filago arvensis L. *un peu ps.* F. minima Fries *id.* Cirsium anglicum Lob. *H. p.* Arnoseris pusilla Gaertn. *ps.* Hypochœris glabra L. *id.* Sonchus Plumieri L. *un peu H.* Lobelia urens L. *p.-ps.* Jasione perennis Lam. Campanula hederacea L. *H.* Vaccinium uliginosum L. *H. ps.* V. Oxycoccos L. *id.* Andromeda calyculata L. *id.* A. polifolia L. *id.* Ledum palustre L. *id.* Calluna vulgaris Salisb. Erica vagans L. E. ciliaris L. *un peu H.* E. Tetralix L. *id.* E. cinerea L. E. scoparia L. Lysimachia thyrsiflora L. *H. p.* Cicendia filiformis Del. *H. p.-ps.* C. pusilla Grisb. *id.* Lindernia pyxidaria All. *H. p.-ps.* Veronica acinifolia L. *p.-ps.* Limosella aquatica L. *H. p.* Galeopsis ochroleuca Lam. Scutellaria minor L. *H. p.* Littorella lacustris L. *H. ps.* Empetrum nigrum L. *un peu H.* Castanea vulgaris Lam. Alisma natans L. *H.* Anthericum ossifragum L. *H.* Juncus supinus Mœnch. *H. ps.-p.* J. squarrosus L. *H. ps.* J. Tenageia L. f. *H. p.-ps.* Luzula spadicea DC. Scirpus cæspitosus L. *H. ps.* S. ovatus Roth. *H. p.-ps.* Carex dioica L. *H. ps.* C. pauciflora Lightf. *id.* C. chordorhiza Ehrh. *id.* C. Heleonastes Ehrh. *id.* C. elongata L. *id.* C. canescens L. *id.* C. remota L. *p.-ps.* C. cyperoides L. *id.* C. limosa L. *H. ps.-p.* C. pilulifera L. *ps.-p.* Anthoxanthum Puellii Lec. Lam. *ps.* Aira caryophyllea L. *id.* A. præcox L. *id.* A. flexuosa L. Triodia decumbens Beauv. *H. ps.-p.* Vulpia sciuroides Gm. *ps.* Nardurus Lachenalii Godr. *ps.* Nardus stricta L. *ps.-p.* Pilularia globulifera L. *H.* Isoetes lacustris L. *H.* I. tenuissima Bor. *id.* Lycopodium inundatum L. *H. ps.* L. complanatum L. Osmunda regalis L. Asplenium lanceolatum Huds. *l.* A. septentrionale Sm. *X. l.* A. Breynii Retz. *id.*

§ 9.

RÉSUMÉ.

Dans l'intérêt du lecteur comme dans celui de l'auteur, je résumerai de la manière suivante la doctrine exposée dans mes deux mémoires.

1. La distribution naturelle des végétaux à la surface du globe dépend surtout de la température (1), du terrain et de la station.

2. Les principaux facteurs de la température sont la latitude et l'altitude. Sur tout le globe et à tous les niveaux, les plantes dessinent des zones climatériques correspondant généralement aux isothermes.

3. Le terrain agit en raison de sa composition chimique et de son état physique, quelle que soit d'ailleurs sa nature géologique.

4. L'influence chimique l'emporte sur l'influence physique.

5. La première a pour causes certains minéraux solubles que renferme le sol, et, en particulier, le chlorure de sodium et le carbonate de chaux.

6. La soude et la chaux attirent certaines plantes auxquelles elles sont nécessaires; elles en repoussent d'autres auxquelles elles sont nuisibles, et qui ne trouvent de refuge que dans les milieux privés de soude et de calcaire.

7. Il y a donc une *flore maritime*, fixée par le chlorure de sodium, et une *flore terrestre*, repoussée par la même substance. Cette dernière flore se compose : de plantes *calcicoles*, fixées par le carbonate de chaux, de *calcifuges*, repoussées par cette substance; et d'*indifférentes*, qui ne sont ni attirées ni

---

(1) Considérant les faits de dispersion à un point de vue très-général, je ne mentionne pas ici les autres circonstances du climat; notamment les écarts extrêmes de la température, l'étendue de la période de végétation, le régime des pluies, et beaucoup d'autres particularités qui exercent une grande influence sur l'emplacement et la délimitation de l'aire occupée par chaque espèce à la surface du globe.

repoussées par le calcaire, et qui végètent dans toute espèce de milieu non salé.

8. L'influence chimique du terrain s'étend également à toutes les familles végétales.

9. Les plantes de la flore maritime sont disposées par zones parallèles le long des rivages et des affleurements salins.

10. Ces zones indiquent à peu près la proportion de sel contenue dans le sol; cette proportion est d'autant plus forte qu'on se rapproche davantage de la mer, en sorte que les plantes se montrent, en général, d'autant plus exclusives qu'elles habitent une zone plus voisine du rivage.

11. Au fur et à mesure que le terrain se dessale dans l'intérieur du pays, la flore maritime se confond avec la flore terrestre, de façon qu'il n'existe point de démarcation bien tranchée entre l'une et l'autre.

12. Néanmoins, abstraction faite de la lisière de contact, la flore maritime n'empiète pas sur la flore terrestre, et celle-ci n'envahit pas le domaine de la première.

13. La répulsion exercée par le chlorure de sodium sur les plantes terrestres est plus grande que l'attraction qu'il peut exercer sur les plantes maritimes.

14. Son influence est plus générale que celle du calcaire, puisqu'elle se manifeste sur les neuf dixièmes au moins des végétaux d'une contrée, tandis que l'influence du calcaire se remarque à peine sur la moitié des espèces terrestres.

15. Néanmoins la répulsion exercée par le carbonate de chaux sur les calcifuges, est aussi forte que celle du chlorure de sodium sur la flore terrestre.

16. Le calcaire repousse les calcifuges plus énergiquement qu'il n'attire les calcicoles.

17. Les plantes de la flore terrestre ne sont point disposées par zones à la surface des continents : presque toujours la roche calcaire rencontre immédiatement une autre roche privée de chaux, et le contraste entre les flores est brusque et sans transition.

18. Dans plusieurs circonstances, il semble que les calci-

fuges qui se sont développées dans un milieu privé de calcaire s'accommodent ensuite d'une certaine quantité de chaux, lorsqu'elles ont acquis de la vigueur. On peut les comparer aux plantes exotiques délicates, qu'il faut avant tout préserver du froid.

19. En résumé, il existe une grande ressemblance entre l'action de la chaux et de la soude : les deux bases fixent chacune des plantes particulières ; elles en repoussent d'autres ; leur force d'attraction est moindre que leur force de répulsion. Il est probable que les plantes maritimes et les calcicoles se contentent d'une quantité de soude et de chaux insuffisante pour repousser les plantes terrestres et les calcifuges. Enfin, les calcicoles sont moins nombreuses que les calcifuges, de même que les plantes maritimes sont moins nombreuses que les plantes terrestres.

20. On ne sait pas exactement de quelle manière s'exerce l'action chimique de la soude.

21. On ne sait pas beaucoup mieux pourquoi la chaux repousse les calcifuges : tout ce qu'on peut affirmer, c'est qu'elle leur nuit en entravant la production de la chlorophylle.

22. Rien ne prouve que la silice exerce la moindre influence chimique : jusqu'à plus ample informé on doit la considérer comme un milieu neutre et inerte, servant de refuge aux plantes expulsées par la chaux.

23. Quoique la potasse soit indispensable aux plantes terrestres, et sans doute aussi aux plantes maritimes, elle ne paraît exercer aucune influence appréciable sur leur dispersion spontanée, attendu qu'elle n'existe, à l'état assimilable, qu'en quantité extrêmement petite, qui est à peu près la même dans tous les sols.

24. On ne peut admettre davantage qu'elle fixe la flore terrestre, comme la soude fixe la flore maritime, puisqu'elle se trouve également dans les terrains salés du littoral. C'est donc bien le chlorure de sodium qui repousse la première.

25. La magnésie ne paraît exercer aucune action par elle-même.

26. Les oxydes de fer paraissent également inertes, quoique leur base joue un rôle physiologique important.

27. Absolument essentiels au point de vue de la vie végétale, l'azote et le phosphore ne paraissent agir que comme amendements, augmentant la vigueur des individus de toutes les catégories.

28. L'argile n'exerce aucune action chimique ; son influence est purement physique.

29. Encore peu connue, l'action possible du gypse, au point de vue de la dispersion des espèces, ne se distingue sans doute pas de celle du calcaire.

30. L'influence physique du terrain dépend essentiellement du mode de désagrégation des roches ; d'où résultent les différences que présente le sol sous le rapport de la sécheresse ou de l'humidité, de la profondeur, de la mobilité, de la ténacité, de la perméabilité, etc.

31. Eu égard à cette influence, on divise les plantes en *xérophiles*, ou amies de la sécheresse, et en *hygrophiles*, ou amies de l'humidité. Les premières occupent généralement les terrains secs, perméables en grand et peu profonds ; les secondes, les terrains humides, meubles et profonds. Les unes et les autres sont appelées *lithiques*, *péliques* ou *psammiques*, selon qu'elles habitent les rochers, l'argile ou le sable. Absolument insensibles à l'influence physique du terrain, un grand nombre d'espèces peuvent être qualifiées d'*indifférentes*, de même qu'il y a des indifférentes à l'influence chimique.

32. Dans la flore maritime comme dans la flore terrestre, et parmi les calcicoles, les calcifuges et les indifférentes au point de vue chimique, on distingue des xérophiles, des hygrophiles et des indifférentes au point de vue physique.

33. La station est la résultante d'éléments fort variés, tous d'ordre physique, tels que fraîcheur ou insolation, obscurité ou lumière, sécheresse ou humidité de l'air, abri contre le vent, la pluie, etc. Son influence ne vient qu'en dernier ordre.

M. GUSTAVE-ADOLPHE THURET

ESQUISSE BIOGRAPHIQUE

Par M. Ed. BORNET.

Le 10 mai 1875 mourait à Nice, à l'âge de cinquante-huit ans, un homme de bien, un savant éminent, dont la perte n'est pas seulement déplorée dans un cercle restreint de parents et d'amis, mais qu'ont ressentie également tous ceux qui, dans le monde entier, s'intéressent à la science des végétaux. M. Thuret avait quitté sa résidence d'Antibes quelques heures auparavant, dans un bon état de santé apparente. Saisi, dans l'après-midi, d'un malaise soudain, il s'est éteint brusquement, au moment où les soins qui lui étaient prodigués faisaient espérer que cette subite indisposition avait entièrement disparu.

Lié avec M. Gustave Thuret de la plus étroite amitié, compagnon inséparable de sa vie pendant vingt-trois années, ayant reçu de sa confiance la mission de publier et de continuer ses recherches, j'ai le devoir de tracer une esquisse de la vie et des travaux d'un maître dont l'existence a été si bien remplie. Heureux si la notice suivante rappelait aux siens et à ses amis les principaux traits de celui qu'ils ont perdu, et faisait naître chez ceux dont il n'est connu que par ses œuvres quelque chose des sentiments d'affection et de respect que son caractère inspirait à tous ceux qui étaient en rapport avec lui.

I

M. Gustave-Adolphe Thuret appartient à une famille protestante française, qui se réfugia en Hollande lors de la révocation de l'édit de Nantes. Dans cette nouvelle patrie, la prononciation primitive du nom de famille éprouva une légère modification. Le *t* final se fit sentir comme si le mot eût été écrit Thurett, et c'est ainsi qu'il se prononce encore.

Gustave Thuret naquit à Paris le 23 mai 1817, jour anniversaire de la naissance de Linné. Il était le troisième fils d'Isaac Thuret, consul général des Pays-Bas en France. Des cinq enfants qu'eut son père, il fut le seul dont les goûts se portèrent vers les sciences naturelles. Sa mère, M^{me} Jacoba Henrietta van der Paedevoort, créole hollandaise élevée en Angleterre, est restée, dans le souvenir de ceux qui la connurent, comme un type achevé de bonté, de grâce et de distinction. M^{me} Thuret inspira une vive affection à ses enfants, et exerça sur eux une influence profonde et durable. Bien des années après qu'ils eurent perdu leur mère, la vivacité de leurs sentiments pour elle ne s'était point affaiblie; ils aimaient à rappeler ses goûts, ses opinions, ses jugements, et s'en faisaient une sorte de règle pour motiver et diriger les leurs. C'est sous la surveillance immédiate de sa mère, dans la maison paternelle, que le jeune Gustave reçut son éducation première et fit ses études classiques. Celles-ci furent dirigées par M. Froment, qui, après avoir été un précepteur aussi habile que dévoué, est resté l'ami de l'élève confié à ses soins.

Les parents de M. Gustave Thuret habitaient tantôt Paris, tantôt la campagne, à Rentilly, près de Lagny (Seine-et-Marne). Leur maison, une des premières où se réintroduisirent l'élégance et le confort, qui avaient presque entièrement disparu de la France pendant la Révolution, fut longtemps fréquentée par une foule d'hommes distingués dans l'administration, la politique et les arts. M. G. Thuret grandit dans ce milieu, et il en conserva un vif souvenir. La fréquentation de ces esprits d'élite ne fut pas sans influence sur sa jeune intelligence. C'est sans doute alors qu'il acquit l'habitude d'apprécier les hommes et les choses en se plaçant toujours à un point de vue élevé, dégagé d'étroitesse et de parti pris.

Reçu bachelier ès lettres en 1835, il suivit ensuite les cours de l'École de droit, et obtint, en 1838, le diplôme de licencié. Pendant la durée de ses études il fit, avec sa famille, diverses excursions en Suisse, en Italie, en Allemagne, en Hollande, et voyagea seul pendant quatre mois, de juillet à novembre 1835, dans les îles Britanniques, dont il visita tous les comtés. M. Thuret parlait alors l'anglais avec une grande facilité. C'était la langue qu'il avait apprise la première, et dont il se servait avec sa mère. Il était déjà assez grand quand le français lui fut enseigné et devint sa langue usuelle. Plus tard il étudia l'allemand ; mais, quoiqu'il le lût aisément, il n'était en état ni de le parler, ni de l'écrire.

Les classiques et le droit n'absorbèrent pas tellement son temps qu'il ne lui en restât assez pour s'occuper de musique avec ardeur. Pendant plusieurs années il en fit une étude sérieuse sous la direction de Zimmermann.

La musique le conduisit à l'histoire naturelle. Il s'était lié à Paris avec un jeune homme de son âge, mélomane comme lui, M. Alexandre de Villers. Pendant l'hiver, les deux amis allaient ensemble au Conservatoire, à l'Opéra italien, et jouaient à quatre mains les symphonies de Beethoven et les compositions de Schubert. L'été venu, on se séparait, mais non sans que M. de Villers fût invité à venir passer quelques jours à la campagne. En 1837, M. de Villers, qui s'intéressait à la botanique, eut l'idée d'aller à Rentilly en herborisant. Il fit la route à pied, ramassant en chemin les plantes qu'il n'avait point encore récoltées. La boîte verte et l'accoutrement du botaniste excitèrent le rire et la curiosité de M. Thuret, qui voulut savoir à quoi s'amusait son ami. Celui-ci vida sa boîte, et, tirant de sa poche la *Flore parisienne* de Bautier, se mit à analyser les fleurs d'une plante grimpante qu'il venait de prendre sur des buissons poudreux près de Torcy. De question en question il arriva au nom de *Bryonia*. Ce fut là le point de départ. M. Thuret voulut aussi déterminer des plantes. On alla chaque jour cueillir tout ce qui était en fleur, soit dans le parc de Rentilly, soit dans la forêt d'Armainvilliers, et bientôt M. Thuret fut aussi habile que son maître.

L'année suivante, M. de Villers fit plusieurs séjours à Rentilly, et l'on reprit les herborisations. La *Flore française* de De

Candolle était venue s'ajouter à la Flore de Bautier. Mais, malgr ce supplément de ressources, et en dépit des longues discussions que soulevait chaque question un peu difficile, on n'arrivait pas toujours à une détermination satisfaisante. Alors M. de Villers soumettait les échantillons douteux à M. Decaisne, qu'il avait connu aux herborisations de M. de Jussieu. Parfois on avait la satisfaction d'avoir trouvé juste, mais plus souvent encore on avait fait fausse route, faute d'une connaissance suffisante de l'organographie et de la terminologie végétales. Voulant obtenir des résultats plus complets et plus réguliers, M. Thuret, revenu à Paris à l'entrée de l'hiver, pria M. Decaisne de lui donner des leçons de botanique. Le disciple était digne du maître ; au bout de quelques mois il fut en état de travailler seul. M. Decaisne s'occupait alors de ses recherches sur la classification des Algues, et il en entretenait son élève. Justement convaincu que la connaissance approfondie de la fructification pouvait seule fournir les bases d'une classification de ces plantes, il lui montrait combien les données que l'on possédait alors étaient insuffisantes, combien il restait de lacunes à combler, de questions à résoudre. La semence tombait sur un terrain qui devait rendre au centuple ce qui lui était confié. Les progrès de M. Thuret furent rapides ; bientôt il eut la réputation d'homme sérieux et de travailleur, et se vit accueilli avec empressement par M. A. de Jussieu, M. Ad. Brongniart, le docteur Léveillé, qui l'encourageaient et le poussaient vers l'étude approfondie de la botanique. Des lettres de cette époque montrent combien était grand l'intérêt excité par ce jeune homme que sa position semblait destiner à une vie mondaine, peut-être désœuvrée et inutile ; on lui savait gré de ses goûts laborieux, on s'entretenait de son avenir, et l'on se disait parfois que si le temps des Réaumur, des Duhamel, des Lavoisier était passé, il ne l'était peut-être pas sans retour.

Après avoir suivi en 1839 les herborisations dirigées par M. A. de Jussieu, M. Thuret fit un premier voyage à Constantinople, pendant l'hiver de 1839 à 1840. Il accompagnait l'ambassadeur de France, M. de Pontois, ami particulier de sa famille, qui avait pour lui une très-vive affection. La saison n'était pas favorable à la récolte des plantes; néanmoins la botanique ne fut pas tout à fait négligée, et M. Thuret rapporta de son voyage quelques Algues du Bosphore.

L'année 1840, qu'il passa à Lyon avec sa famille, fut très-activement employée. Il herborisa avec MM. Jordan, Seringe et Timeroy; fit de la géologie avec M. Fournet, de la peinture avec Saint-Jean, et inaugura la série de ses recherches microscopiques par la découverte des organes locomoteurs des anthérozoïdes des *Chara*.

Le mémoire où ce fait est annoncé n'a que quelques pages; le fait en lui-même n'a pas une très-grande importance et n'a plus maintenant l'attrait de la nouveauté; mais, comme cette observation a ouvert le chemin et marqué la direction que M. Thuret devait suivre dans ses recherches ultérieures, j'indiquerai brièvement l'état de la question au moment où il s'en est occupé.

D'admirables travaux exécutés par Hedwig à la fin du siècle dernier avaient définitivement établi que les Mousses, les Hépatiques et les *Chara* possèdent, de même que les végétaux supérieurs, deux sortes d'organes servant à la fructification : les uns qui se changent en fruits; les autres (anthères, anthéridies) qui n'ont qu'une courte durée, se flétrissent au bout de quelque temps et disparaissent sans s'accroître. De ces derniers organes Hedwig avait vu sortir un suc visqueux qui diffluait peu à peu dans l'eau où il s'était épanché. Moins heureux que son précurseur Schmidel, il n'avait point observé que le contenu de l'anthère, quand on l'examine dans de bonnes conditions de maturité, se disperse activement, comme le ferait une nuée d'Infusoires. L'eût-il aperçu, du reste, l'insuffisance des instruments d'optique de son époque ne lui aurait pas permis d'en déterminer la cause. Ce motif fit que Nees d'Esenbeck, et après lui Bischoff, ne réussirent pas, un quart de siècle plus tard, à distinguer exactement la forme des innombrables corpuscules qu'ils voyaient fourmiller dans le liquide sorti des anthères des *Sphagnum* et des *Chara*. Ce fut seulement vers le temps où

Bischoff écrivait, c'est-à-dire aux environs de 1830, que les microscopes commencèrent à acquérir une puissance et des qualités suffisantes pour que l'on pût aborder et élucider une foule de détails que les naturalistes n'avaient fait qu'entrevoir jusqu'alors. Parmi les conquêtes qui signalèrent ce perfectionnement, la connaissance du fait curieux qu'il existe chez certaines plantes des êtres ayant la plus grande analogie avec les animalcules spermatiques des animaux, n'est pas assurément une des moins remarquables. La découverte fut faite en 1834 par F. Unger, en Allemagne, et par C. Varley, en Angleterre. Le premier vit sortir de l'anthère mûre d'un *Sphagnum* des corpuscules mobiles, roulés en spire lâche, qui nageaient dans l'eau avec vivacité. De son côté, Varley constata que les animalcules du *Chara* sont formés d'une spire rigide, dont l'extrémité antérieure semble fouetter le liquide ambiant, et qu'à beaucoup d'entre eux est fixé un long filament presque invisible, qui se montre agité d'un mouvement ondulatoire rapide. Peu de chose restait à faire pour que l'on connût d'une manière définitive la structure de ces petits corps ; mais le dernier pas ne fut franchi ni par Unger, ni par Meyen, qui publièrent tous deux des recherches sur ce sujet en 1838, et qui ne réussirent même pas à faire aussi nettement que l'observateur anglais la distinction du corps et de l'appendice flagelliforme. Vint alors M. Thuret, qui donna, pour les *Chara*, une description exacte de ces animalcules. Il reconnut qu'ils sont composés d'un corps filiforme roulé en tire-bouchon, formant de trois à cinq tours de spire, et qu'un peu en arrière de l'extrémité antérieure de la spire partent deux soies d'une ténuité excessive que l'animalcule agite sans cesse avec une grande rapidité. Ce fut lui encore qui, trois ans plus tard, enseigna que les anthérozoïdes des Mousses et des Hépatiques présentent le même type que ceux des *Chara*, et sont également pourvus de deux cils locomoteurs.

Au mois d'octobre 1840, il retourna à Constantinople, en qualité d'attaché à l'ambassade de France. Pendant ses loisirs il visita les environs de Constantinople, Brousse, le mont Olympe, etc., et fit une collection de plantes, parmi lesquelles

M. Boissier reconnut quelques espèces nouvelles. Deux de ces nouveautés, le *Fumaria Thureti* et un *Iris* voisin du *graminea*, furent dédiées à celui qui les avait découvertes.

Ayant obtenu un congé à l'expiration de sa première année de séjour à Constantinople, il partit le 15 octobre 1841, avec son collègue et ami, le comte Aymard de Beauvoir, afin de visiter la Syrie et l'Égypte. L'excursion en Syrie n'était pas alors aussi facile qu'elle l'est à présent. Malgré des difficultés assez sérieuses qui n'étaient point faites pour arrêter des jeunes gens de vingt-quatre ans, on réussit à parcourir à souhait cette terre si riche en souvenirs. Jusque dans ses dernières années, M. Thuret aimait à raconter les impressions et les incidents d'un voyage qu'il ne fit pourtant pas jusqu'au bout dans de bonnes conditions de santé. L'insécurité d'un passage à franchir avait contraint les voyageurs à se séparer de leur bagage et de leur tente. Quelques nuits passées en plein air lui donnèrent une fièvre intermittente tenace, dont il ne fut délivré qu'après s'être embarqué pour gagner l'Égypte. A Thèbes, il tomba de nouveau gravement malade. Ses compagnons de voyage le ramenaient au Caire dans un état qui faisait craindre pour sa vie, lorsqu'ils rencontrèrent un médecin anglais, dont l'intervention opportune réussit à écarter tout danger. Mais M. Thuret était bien faible pour aller immédiatement reprendre son poste à l'ambassade, et, comme on pouvait déjà prévoir que M. de Pontois, à qui les graves événements qui venaient de se passer en Orient avaient fait une situation difficile, ne tarderait pas à être rappelé, il se décida à revenir en France.

Il eut alors le désir d'entrer au Conseil d'État, et fit quelques tentatives pour être nommé auditeur. Ses démarches demeurèrent heureusement sans succès. Nul doute qu'il n'eût porté au Conseil d'État ses qualités natives d'intelligence, de justesse d'esprit et de persévérance au travail ; mais il n'est pas également certain qu'il eût fourni une carrière aussi féconde en résultats que celle qu'il a parcourue dans la science. Nous pouvons mesurer, par ce qu'il a fait, combien il serait regrettable qu'il eût suivi une autre voie.

Fixé désormais dans la maison paternelle pour un temps indéterminé, il installa à Rentilly un laboratoire pour les observations microscopiques, et choisit pour principal objet de ses études les Champignons et les Algues.

On savait depuis longtemps qu'il existe chez certaines Algues des spores douées de mouvement spontané, et que ces zoospores, ainsi qu'on les a nommées depuis, après s'être échappées de la cellule où elles ont pris naissance, vaguent un certain temps dans l'eau, se fixent, germent, et donnent une nouvelle plante semblable à celle qui les a produites. On savait en outre que les zoospores ont une forme ovoïde ou turbinée, et que l'extrémité amincie, le rostre, dépourvue de matière colorante, est dirigée en avant pendant la course ; mais on n'avait pu reconnaître par quel moyen ces spores nagent dans le liquide. La découverte des cils moteurs des anthérozoïdes des *Chara*, que M. Thuret avait faite deux ans auparavant, le conduisit naturellement à chercher si les zoospores n'avaient point des organes locomoteurs de même nature. Un petit ruisseau qui traversait le parc de Rentilly lui fournit des matériaux d'étude, et il eut la satisfaction d'observer, pendant l'hiver de 1842-43, les zoospores de plusieurs espèces de Conferves, et de reconnaître qu'elles sont en effet pourvues de cils moteurs. Il vit que le nombre et la disposition des cils varie dans les différents genres. Tantôt le rostre porte seulement deux ou quatre cils ; tantôt il en porte une couronne complète ; tantôt enfin la zoospore est entièrement revêtue de cils assez courts, dont la vibration détermine le mouvement en avant, comme cela a lieu pour les *Vaucheria*. Ce n'est pas lui, toutefois, qui signala le premier ces organes dans les *Vaucheria ;* il avait été précédé par Unger. Mais on lui doit d'avoir appelé l'attention sur les curieux phénomènes d'écartement et de rapprochement de la chlorophylle, qui préparent la formation de la cloison par laquelle le sporange se sépare du reste du filament. Il fut aussi le premier à faire connaître la propriété que possède le protoplasma des *Vaucheria* de cicatriser ses blessures. « Quand un des filaments a subi des lésions à plusieurs places, on voit la matière verte se cerner peu à peu entre chacun des endroits lésés, et le filament se diviser ainsi en plusieurs petits fragments qui forment autant d'individus distincts. » Le protoplasma dont est formée la zoospore a la même faculté. « Quelquefois la spore se coupe en deux au moment de la sortie, et donne ainsi naissance à deux spores plus petites que les autres et susceptibles de germer comme elles. »

Saisissant immédiatement l'importance que les zoospores devaient avoir pour la distribution systématique des Algues, M. Thuret se fit, pendant plusieurs années, une sorte de spécialité de leur recherche. Il reconnut que « la reproduction des Algues par le moyen de zoospores est un phénomène beaucoup plus général qu'on ne l'avait cru jusqu'alors. Loin d'être borné à un groupe d'Algues inférieures, ce phénomène se retrouve dans un grand nombre d'Algues Olivacées, c'est-à-dire dans des plantes beaucoup plus élevées en organisation, et dont quelques-unes (les Laminariées) ne sont guère moins remarquables par la complication de leur structure que par leurs dimensions gigantesques » (G. Thuret). On ne le rencontre pas, au contraire, dans toutes les Algues inférieures qu'on mettait, avant lui, parmi les Zoosporées, ni dans un assez grand nombre d'Algues marines qu'on rangeait parmi les Olivacées.

Les Nostocs, par exemple, dont M. Thuret décrivit en 1844 le mode de reproduction, n'ont point de zoospores. Ces plantes se composent de filaments en chapelet logés dans une masse mucilagineuse. Les grains du chapelet sont d'un vert bleuâtre. De distance en distance sont intercalés des globules plus volumineux et de teinte plus claire. Lorsque la plante est parvenue à tout son développement, la pellicule extérieure se crève et laisse échapper la gelée verte qui se compose de mucilage et de chapelets. Ceux-ci se répandent dans l'eau d'autant plus facilement, qu'ils sont doués, à cette époque, d'un mouvement de reptation lent, mais bien sensible ; puis ils se divisent en nombreux fragments qui deviennent immobiles, grossissent, s'entourent d'une gaîne mucilagineuse transparente, et forment chacun un nouveau Nostoc. Quant aux globules clairs, auxquels on avait attribué les fonctions d'organes reproducteurs, ils se décomposent avec le mucilage. Pendant bien des années, cette observation fut la seule donnée précise que l'on eût sur la manière dont se reproduisent les Algues du groupe nombreux auquel le genre Nostoc appartient.

C'est également en 1844 que MM. Decaisne et Thuret étudièrent les anthérozoïdes et les spores des *Fucus*. Les auteurs précédents avaient trouvé et décrit, dans les conceptacles de ces plantes, deux sortes de corps reproducteurs : de grosses spores brunes, et des organes bien distincts de ces spores, que De la Pylaie avait désignés sous le nom de *microphytes*. Pour les algologues les plus récents et les plus autorisés, ces microphytes constituaient un second mode de reproduction, une double forme de fructification, comme il s'en rencontre dans les Algues du groupe des Floridées. L'examen répété des *Fucus* que l'on apporte sur le marché de Paris avait conduit M. Thuret à penser que les microphytes étaient bien plus vraisemblablement des anthéridies analogues à celles des Mousses et des *Chara*. L'extrême petitesse des corpuscules mobiles qu'il en voyait sortir, la disposition de leurs cils, la simplicité de leur organisation, l'impossibilité où il se trouvait d'en obtenir la germination, lui faisaient grandement douter que ces petits corps fussent des sporidies. Mais, avant d'adopter une opinion si contraire aux idées reçues, il fallait se transporter au bord de la mer pour avoir constamment des échantillons frais à sa disposition. Craignant de trop présumer de ses forces en entreprenant seul l'étude d'un sujet aussi délicat, il pria M. Decaisne, qui avait l'habitude des travaux à la mer, de se joindre à lui dans cette première excursion, et tous deux se rendirent à Arromanche, sur la côte de Normandie. Leur voyage eut pour résultat la connaissance précise des anthérozoïdes des *Fucus serratus*, *vesiculosus*, *nodosus* et *canaliculatus;* la détermination de la monoïcité et de la dioïcité des *Fucus;* la constatation du fait, à peine entrevu jusqu'alors, que le contenu sporangial des *Fucus*, d'abord indivis, se partage après sa sortie en deux, quatre ou huit spores; et enfin, comme conséquence, la répartition de ces quatre espèces en trois genres non moins distincts par les caractères de la fructification que par ceux de la végétation. Les relations amicales qui unissaient M. le docteur J. D. Hooker et M. Thuret commencèrent à cette époque. M. Hooker était du nombre des botanistes auxquels MM. Decaisne et Thuret montrèrent, à Paris, la plupart des faits qui précèdent.

Jusqu'alors on n'avait observé la reproduction par zoospores que dans les Conferves et dans quelques genres voisins. En 1845, dans une rapide excursion que MM. Decaisne et Thuret firent de nouveau sur le littoral de la Manche, ils constatèrent la présence de zoospores dans le *Chorda Filum*. L'analogie des organes de fructification de cette plante avec ceux d'autres Algues marines rendait très-vraisemblable que le même fait se retrouverait dans d'autres espèces. Pour s'en assurer, M. Thuret, accompagné de M. Riocreux, entreprit, l'année suivante, deux excursions au bord de la mer : l'une à Cherbourg, l'autre à Saint-Vaast la Hougue. Dans la première, il trouva les zoospores d'une dizaine d'Algues Olivacées appartenant à des types assez divers; dans la seconde, il constata l'existence d'une double fructification, ou plutôt d'une double forme de sporanges chez les Algues Olivacées qui se reproduisent par zoospores.

Indépendamment de ces observations sur les plantes marines, M. Thuret poursuivait ses recherches sur les Algues d'eau douce et sur les anthéridies des Cryptogames. Le mémoire qui résumait ces divers travaux fut présenté à l'Académie des sciences pour le concours de 1847. Il était accompagné d'un atlas de magnifiques dessins de M. Riocreux, qui reproduisaient les détails les plus délicats des plantes étudiées avec une exactitude et une perfection qu'il ne semble pas possible de surpasser. Trois ans plus tard, sur un rapport favorable de M. de Jussieu, ce mémoire obtint le grand prix des sciences naturelles. Ce concours fut aussi brillant que fécond en résultats. Un excellent travail de MM. Derbès et Solier, sur le même sujet, fut également récompensé par l'Institut. La conformité d'études et la confraternité dans les distinctions académiques établirent entre M. Derbès et M. Thuret des relations tout à fait cordiales, et lorsque M. Thuret se rendit à Marseille pour étudier quelques Algues méditerranéennes, il trouva dans son concurrent le guide le plus empressé à lui faciliter ses recherches.

En 1849, M. Thuret quitta Rentilly et vint s'établir à Versailles avec sa famille. Les troubles politiques de cette époque, les ennuis inséparables d'un changement de domicile et d'une installation nouvelle, ne lui permirent pas de continuer régulièrement ses expéditions maritimes. Elles furent interrompues jusqu'en 1851. Dans l'intervalle, M. Thuret publia une note sur les anthéridies des Fougères et des *Equisetum*. S'il ne fut pas le premier qui observa les organes locomoteurs des anthérozoïdes des Fougères, c'est à lui du moins qu'on en doit les premières figures exactes; mais il fut le premier à faire connaître les anthéridies et les anthérozoïdes des Prèles. De même que chez les Fougères, les anthéridies des Prèles se développent sur la plante en germination, sur des individus qui comptent à peine quelques semaines d'existence, et leurs organes locomoteurs consistent en un faisceau de poils courts, nombreux, formant une espèce de crète qui émane de la partie antérieure du corps.

Pendant ces quelques années il s'occupa de phanérogamie plus activement qu'autrefois. Comme il était alors tout près de Paris, il suivait fréquemment les herborisations de M. de Jussieu. Il faisait en outre, presque chaque semaine, avec quelques amis, et surtout avec MM. de Boucheman et de Schœnefeld, des courses d'exploration dans les localités qui se trouvent en dehors des lignes ordinaires des herborisations publiques. En hiver, les promenades n'étaient pas suspendues, mais elles changeaient de but; on s'occupait de la récolte des Mousses, des Hépatiques et des Champignons.

Arromanche, Cherbourg, Saint-Vaast la Hougue et Barfleur, que M. Thuret avait visités jusqu'alors, étaient, sans exception, des localités normandes. Lorsqu'il reprit ses excursions maritimes, il résolut d'aller en Bretagne. Il choisit le Croisic et Belle-Ile en mer, où il devait avoir pour compagnon de courses son ami M. J. Lloyd, qui connaissait à fond ces localités. M. Thuret revint enchanté des belles plantes qu'il avait trouvées, et dont il avait préparé des échantillons splendides. Mais le cahier de notes s'était enrichi d'un moins grand nombre d'analyses et de dessins que d'habitude. A Belle-Ile, où le séjour fut le plus long, les localités sont assez éloignées, d'accès malaisé, et l'heure de la basse mer n'est pas très-commode pour le travail. Plus d'une fois, lorsque M. Thuret rentrait au logis à une ou deux heures de l'après-midi par le soleil d'août, après une course de quelques heures dans les falaises et entre les rochers, il n'était guère en état de faire des dissections un peu délicates. Il avait en outre éprouvé la nécessité d'apprendre à mieux connaître les Algues marines au point de vue spécifique, et il s'efforçait de donner une part égale à cette étude et à ses recherches habituelles. Ce n'était pas toutefois un but facile à atteindre dans des excursions temporaires. L'obligation d'occuper sans interruption les heures de M. Riocreux, qui ne pouvait quitter Paris que pour un temps très-limité, le désir de compléter et d'étendre des observations antérieures, ne lui laissaient pas des loisirs suffisants. C'est alors qu'il forma le projet d'un établissement permanent au bord de la mer, où il pourrait toute l'année, aisément et sans précipitation, étudier les Algues à son gré.

Ce projet put être réalisé l'année suivante. M. Thuret quitta Versailles, prit un appartement à Paris, où il laissa le gros de ses livres et de ses collections, et alla se fixer à Cherbourg avec l'herbier et la bibliothèque algologiques. Il était accompagné de M. Ed. Bornet, son aide depuis quelques mois déjà. Tous deux se mirent au travail sans relâche. On ne laissait point passer de marée sans aller trois ou quatre fois à la mer. On ne se contentait pas de ramasser les Algues jetées à la côte ; pour les avoir bien fraîches, on entrait dans l'eau et on les cueillait à la main. En hiver, quand le vent souffle avec une violence étourdissante et met en pièces les plantes au moment où on les sort de l'eau, les herborisations à la mer ne sont pas toujours pleines de charmes. Quelquefois les mains et les jambes étaient douloureusement roidies par le froid, mais on avait le plaisir de trouver des espèces qu'on ne connaissait pas encore, et de constater que quelques-unes de celles qui passaient pour rares l'étaient simplement parce qu'on les cherchait hors de saison. Au retour, les Algues étaient déposées dans de grands vases remplis d'eau de mer. M. Thuret examinait un à un tous les échantillons, vérifiait leur état, leur fructification; mettait à part ceux qui devaient être préparés, choisissait les fragments qu'il voulait conserver dans l'alcool et disposait ses expériences. Ainsi passaient sous ses yeux un nombre considérable d'échantillons de chaque espèce, et il avait une telle habitude de voir les Algues au microscope, qu'il en reconnaissait les moindres fragments avec une sûreté merveilleuse.

Peu de mois après son arrivée à Cherbourg, M. Thuret donnait la première démonstration directe de la sexualité des Cryptogames. Sans doute l'hypothèse d'une fécondation dans ces plantes ne manquait pas de vraisemblance. La présence des anthérozoïdes dans les diverses familles de ce groupe de végétaux, la coïncidence de leur apparition avec le développement de l'organe femelle en fruit; le fait signalé par Hedwig et souvent vérifié après lui, que dans les Mousses dioïques, c'est-à-dire où les deux organes sont portés sur des individus séparés, le fruit ne se développe que lorsque les individus munis d'anthéridies croissent dans le voisinage des individus femelles, n'étaient point des arguments sans valeur à l'appui de cette manière de voir. Mais l'observation directe et immédiate pouvait seule en donner la démonstration incontestable. Le dioïcité de certaines espèces de *Fucus*, la facilité qui en résulte de se procurer des anthérozoïdes et des spores dans un état de pureté absolue, fournissaient les éléments d'une expérience tout à fait propre à établir, dans le cas où elle s'exercerait sur la spore, la réalité de l'action fécondante des anthérozoïdes. Cette expérience se présentait dégagée de toute complication qui pût en obscurcir le résultat, car deux cellules seulement se trouvaient en présence : la cellule mâle et la cellule femelle. Elle pouvait en outre être répétée aussi souvent qu'on le voulait, sur des milliers de spores, aussi bien que sur quelques-unes. Aussitôt que les *Fucus* furent dans l'état favorable, M. Thuret ne manqua pas de faire cette expérience. Elle réussit à souhait. Les spores et les anthérozoïdes conservés à part se décomposaient sans germer; les réunissait-on dans un même vase, ou mieux dans une même goutte d'eau sous le microscope, on voyait les anthérozoïdes s'attacher aux spores, et la germination commençait bientôt après. Le résultat était constant et invariable.

M. Thuret revint sur ce sujet en 1855 et en 1857, afin de donner des figures et en ajoutant de nouveaux détails. Il montra notamment que l'action des anthérozoïdes est presque instantanée. Six à huit minutes après le contact, les spores sont déjà entourées d'une membrane qui, au bout d'une heure, se colore en bleu par les réactifs de la cellulose.

Lorsque, dans les expériences précédentes, on mélangeait des spores et des anthérozoïdes appartenant à deux espèces différentes de *Fucus*, la fécondation n'avait pas lieu, sauf pourtant dans le cas où les spores du *Fucus vesiculosus* recevaient les anthérozoïdes du *F. serratus*. On obtenait alors constamment un certain nombre de germinations. C'était là encore la première preuve directe que l'on eût de l'existence d'une fécondation hybride chez les Cryptogames.

Fort des résultats qu'il avait obtenus chez les *Fucus*, encouragé par les découvertes que MM. Pringsheim, Cohn et de Bary avaient faites dans les Algues inférieures, plus favorables parfois que les *Fucus* pour l'étude des relations précises qui s'établissent entre les anthérozoïdes et la cellule fécondée, M. Thuret se mit à chercher les anthérozoïdes dans les groupes d'Algues où on ne les connaissait pas encore, et s'efforça de déterminer le mode d'action des corps fécondants dans les groupes où ces organes étaient connus. Il trouva des anthérozoïdes semblables à ceux des *Fucus* dans deux genres de Phéosporées : le *Cutleria* et le *Tilopteris*. Un voyage à Marseille lui fournit l'occasion d'étudier les anthéridies des *Dictyota;* enfin, il augmenta beaucoup le nombre des espèces et des genres de Floridées, dont les anthéridies furent connues. Mais, dans toutes ces plantes, la méthode qui avait si bien réussi chez les *Fucus* ne jeta aucun jour sur la manière dont s'opère la fécondation ; les spores germent également, qu'elles aient ou non le contact des corpuscules mâles. Dans un mémoire spécial publié en 1865, M. Thuret exposa tout ce qu'il savait alors de précis sur cette question. A l'exception des Floridées, dont l'histoire est maintenant connue, l'état de nos connaissances n'a pas beaucoup progressé depuis cette époque. M. Thuret a bien, il est vrai, observé les anthérozoïdes de deux espèces d'*Ectocarpus*, ce qui porte à trois le nombre des genres de Phéosporées où l'on a constaté l'existence de ces organes, mais on ne sait pas encore où et quand s'exerce leur action. On n'est pas plus avancé pour les *Dictyota*.

La santé de M. Thuret avait commencé à s'altérer un an à peine après son arrivée à Cherbourg. L'asthme et les douleurs rhumatismales dont il souffrait, acquirent peu à peu une telle intensité, qu'il fut contraint d'aller passer dans le midi l'hiver de 1856. Il demeura à Cannes de novembre à mai. Comme il s'était trouvé notablement soulagé, il profita de son séjour en Provence pour visiter le littoral et chercher une localité où il pourrait se fixer définitivement dans le cas où sa santé l'exigerait. Admirablement située entre le golfe Jouan et le golfe de Nice, ayant une vue splendide sur la chaîne de montagnes qui sépare la France du Piémont, entourée d'une côte rocheuse assez riche en Algues, la presqu'île d'Antibes lui parut répondre à toutes les exigences. Il en visita les divers points, et, parmi beaucoup d'endroits presque également beaux, aucun ne lui plut davantage que celui qui devint sa résidence une année plus tard. A cette époque, cette partie de la côte était loin d'être peuplée comme elle l'est à présent. Le cap d'Antibes ne renfermait que des habitations rurales et quelques maisons de campagne desservies par un chemin à peine accessible aux voitures. Cette solitude était un attrait de plus. M. Thuret est le premier étranger qui se soit établi au cap d'Antibes, et pendant longtemps il n'eut point d'imitateur.

Très-peu de temps avant son départ pour le Midi, M. Thuret eut l'occasion de faire la première observation connue de la germination des spores des Nostochinées. Ayant repris cette question quand il fut rentré à Cherbourg, il eut le plaisir de vérifier le fait dans deux espèces de *Cylindrospermum*, et constata que les spores desséchées depuis plusieurs années germent aussi bien, sinon mieux, que les spores fraîches, pourvu qu'elles soient parfaitement mûres. Il avait ainsi, à treize ans d'intervalle, découvert les deux modes de reproduction propres aux Nostochinées.

Ce fut le dernier travail qu'il fit à Cherbourg. L'altération croissante de sa santé ne lui permettant plus de rester en Normandie, il fit l'acquisition de sa propriété d'Antibes et s'y rendit à la fin de 1857. La propriété se composait de deux champs, cultivés en Blé et en Vignes, qu'entourait une bordure d'Oliviers. Dans le plus grand se trouvait une maison d'exploitation et une très-petite villa, où l'on empila les livres et l'herbier. Tout était à faire, et l'on s'y employa avec activité. Le tracé du jardin, l'un des mieux réussis qu'on puisse voir dans cette partie de la France, est presque entièrement l'œuvre de M. Thuret.

Pendant qu'on exécutait les travaux préparatoires, M. Thuret visitait les jardins des environs. Çà et là, et surtout à Nice, où nous étions dirigés par M. l'abbé Montolivo, le très-obligeant bibliothécaire de la ville de Nice, botaniste et amateur zélé d'horticulture, se trouvaient de beaux exemplaires de plantes exotiques intéressantes. Quelques amateurs commençaient à introduire des nouveautés, à faire des essais d'acclimatation, suivant l'expression consacrée ; mais ces essais étaient encore trop récents et trop peu étendus pour qu'on pût en tirer des indications bien utiles. Les pépinières locales étaient peu nombreuses, très-pauvres, et ne fournissaient pas les éléments d'une plantation un peu étendue en végétaux variés. Force fut donc de recourir aux semis. Dès que le sol fut préparé, on le sema en Chênes verts, en Pins d'Alep et en Pins parasols. Les végétaux plus délicats qu'on avait pu se procurer, ceux qu'on élevait sur place de graines reçues du Jardin des plantes de Paris, du Jardin du Hamma, près d'Alger, et de divers marchands, étaient placés dans les intervalles. Pendant trois ans le résultat fut déplorable et bien fait pour décourager des horticulteurs novices. Sur ce sol découvert les plantes, même robustes, gelaient l'hiver, séchaient l'été, et étaient battues du vent en toute saison. Le terrain, en pente rapide, était raviné par les pluies. Un système de rigoles et de coupures horizontales remédia vite à ce dernier inconvénient; les premiers disparurent de même aussitôt que les Pins et les Chênes furent assez élevés pour fournir un peu d'abri. Dès lors la végétation marcha avec une grande rapidité. Bientôt les *Acacia* australiens, les *Eucalyptus*, les *Pittosporum*, les Lauriers, les *Photinia*, etc., eurent pris un tel développement, qu'il semblait à peine croyable qu'en un temps aussi court la transformation d'un sol dénudé en un jardin touffu pût être aussi complète.

Au début, l'expérience nous manquait, et nous n'étions pas suffisamment guidés par les renseignements contenus dans les livres courants, généralement écrits pour des conditions climatériques trop différentes de celles de la Provence. Les espèces de culture facile dans les pépinières et dans les serres ne sont pas toujours celles qui réussissent le mieux en pleine terre. Une autre difficulté était à vaincre. Les plantes dites d'orangerie, dont le succès était le plus assuré, n'étaient plus en vogue au moment où M. Thuret entreprit son jardin. On ne trouvait plus chez les marchands ces collections d'espèces d'Australie, du cap de Bonne-Espérance et des Canaries, qui avaient été introduites à la fin du siècle dernier, et qui sont figurées en si grand nombre dans les premiers volumes du *Botanical Magazine*, dans les ouvrages de Sweet, de Bonpland et de Ventenat. On imagine difficilement combien il fallut de temps et de peine pour rassembler, loin des grands centres horticoles, en les glanant pour ainsi dire un à un dans les catalogues, les trois mille végétaux ligneux, toujours verts et fleurissant entre septembre et juin, qu'a renfermés le jardin de M. Thuret.

Du reste, ce chiffre est loin de représenter le nombre des espèces essayées. On excluait, bien entendu, les plantes des contrées très-chaudes et très-froides, celles des pays humides, et l'on choisissait autant que possible celles qui sont originaires de régions sèches et tempérées. Cependant le nombre des échecs était presque aussi grand que celui des succès.

C'est par l'intermédiaire des jardins botaniques que M. Thuret se procura les plantes qu'il ne trouvait pas dans le commerce. Sous ce rapport, l'aide la plus large lui vint du Jardin des plantes de Paris. M. Decaisne, son maître en horticulture comme il l'avait été en botanique, lui accordait le plus précieux concours. Il partageait avec lui les graines et les plantes dont il pouvait disposer, recevant en retour, pour le jardin qu'il dirige, les plantes, graines et échantillons qui pouvaient être utiles au Muséum.

Outre les végétaux ligneux qui composaient le fonds du jardin, M. Thuret avait rassemblé dans ses cultures des collections assez étendues de *Mesembrianthemum*, de *Stapelia*, d'*Iris*, de Narcisses, de *Scilla*. Il possédait aussi une assez nombreuse série d'*Aloe* et d'*Agave*, dont il composait, en les entremêlant de diverses plantes grasses, des massifs du plus étrange aspect. Botaniste en même temps qu'horticulteur, il tenait à ce que ses plantes fussent bien nommées. Il cultivait les plantes indigènes, dont l'étude est difficile ou n'est possible que sur le vivant, et faisait des expériences propres à l'éclairer sur divers points douteux de botanique ou d'horticulture. Il s'assura notamment que plusieurs variétés d'Orangers : la Mandarine, le Chinois et diverses sortes d'oranges douces, se reproduisent fidèlement par le semis ; que plusieurs des formes végétales désignées sous le nom d'espèces jordaniennes se maintiennent pures pendant plusieurs générations, mais aussi que de simples variétés de couleur, nées accidentellement dans un semis, se comportent de la même manière.

Les registres des semis et des plantations étaient soigneusement tenus par M. Thuret. Grâce à l'exactitude avec laquelle il dressait l'état civil, si je puis dire ainsi, de chacun des individus du jardin, nous avions fréquemment l'occasion de constater la production d'hybrides spontanés entre les espèces de divers genres. Les *Pittosporum*, *Polygala*, *Callistemon*, *Passiflora*, *Acacia*, *Stapelia*, *Armeria*, *Statice*, Narcisses, *Aloe*, *Scilla*, fournissaient tous les ans des exemples de ces unions illégitimes.

Le sous-bois des massifs d'arbres était formé de buissons de Cistes. Ces Cistes, au nombre de plusieurs milliers, provenaient de fécondations artificielles. Toutes les formes représentées dans les Cistinées de Sweet, les *Cistus corbariensis*, *cyprius*, *longifolius*, *purpureus*, etc., ont été reproduites ainsi. Dans un carré spécial étaient groupés les spécimens plus particulièrement destinés à l'étude.

A l'exception des travaux manuels, M. Thuret et son aide s'occupaient de tous les détails du jardin. La lecture des catalogues, les semis, les étiquettes, la récolte et l'épluchage des graines, la vérification des collections, l'inventaire annuel des plantes existantes, le choix des places, la surveillance des plantations, le tracé des allées, se faisaient par eux ou sous leurs yeux. Heureux quand un hiver exceptionnellement rude ou un été trop sec ne faisaient pas perdre en quelques jours le fruit de tant de travail et de fatigue!

Le jardin renferme de beaux exemplaires d'*Eucalyptus*, d'*Acacia*, de *Banksia*, *Hakea*, *Grevillea*, *Yucca*, *Jubæa*, *Chamærops*, et de diverses Conifères, parmi lesquelles l'*Araucaria Bidwillii*, le *Pinus canariensis* et le *Cupressus macrocarpa* sont déjà d'une force remarquable. Peut-être voit-on ailleurs de plus grands individus de ces plantes, mais ce qui ne se rencontre probablement dans aucun autre lieu, c'est la profusion d'Anémones qui émaillent les pelouses au printemps. On ne saurait se représenter, sans l'avoir vu, la richesse et la gaieté de ces tapis où sont mêlées toutes les nuances comprises entre le violet foncé, le rouge pourpre, l'orange et le blanc. Pour entretenir cette abondante floraison, on faisait chaque année de grands semis de l'*Anemone coronaria*, et surtout de l'*hortensis*, qui est beaucoup moins robuste. Les jeunes plantes, mises en pleine terre la seconde année, étaient assez fortes l'année suivante pour être transportées à leur place définitive.

La beauté et l'intérêt du jardin, la difficulté avec laquelle on en obtenait l'entrée, lui avaient acquis une réputation très-étendue. M. Thuret, qui fuyait les simples promeneurs, faisait les honneurs de sa propriété avec une bonne grâce et une affabilité parfaites aux amateurs ses confrères, aux jardiniers, et à toute personne qui s'intéressait aux plantes. Parmi les botanistes qu'il a eu le plaisir de recevoir et de promener dans son jardin, je citerai, indépendamment de MM. Decaisne, D. Hanbury, Naudin et Planchon, qui lui ont fait l'amitié de demeurer dans sa maison ; MM. Bentham, Boissier, A. de Candolle, Duchartre, Engelmann, Asa Gray, J. D. Hooker, Martins, Masters, Weddell, etc., qui n'ont pu s'arrêter chez lui qu'en passant.

Je ne quitterai point le jardin sans rappeler les expériences sur la conservation des graines dans l'eau de mer, que M. Thuret a faites sur la demande de M. Alph. de Candolle. Il a vu que certaines graines, placées dans des flacons d'eau de mer, sont encore capables de germer après trois années d'immersion ; observation intéressante et importante, car elle rend possible d'admettre que, dans certains cas, les graines peuvent être transportées à d'immenses distances par les courants marins sans perdre leur faculté de germer.

La maison fut terminée en 1861. Elle se compose de deux ailes un peu inégales réunies par un corps de logis central. C'est un cottage à volets verts, à toits saillants couverts de tuiles rouges, entouré d'une épaisse garniture de Rosiers, de Clématites, de Passiflores, de Bignones, de *Bougainvillea*. Le rez-de-chaussée de l'aile principale était entièrement occupé par une galerie contenant les herbiers, des livres et des tables de travail. Des casiers chargés de plantes et de livres, des portraits d'amis botanistes, des échantillons de plantes marines, un curieux autographe de Napoléon Bonaparte remerciant l'Académie des sciences de l'avoir nommé parmi ses membres, en formaient l'ameublement et la décoration. C'était le lieu de travail en commun, le lieu de réunion de la maison ; un peu sévère et étrange peut-être pour qui n'y entrait qu'en passant, mais plein de charme, de doux et fortifiants souvenirs pour ceux qui ont vécu dans ce milieu sérieux et calme, et de la vie morale et intellectuelle que M. Thuret répandait autour de lui. Dans le corps de logis central, qui est en retraite sur les ailes, se trouvait, du côté du nord, une autre partie de la bibliothèque et la table du microscope.

De l'habitation on jouit d'un des plus beaux spectacles qui se puissent rencontrer. Au nord-est le terrain descend en pente rapide vers le golfe de Nice. Par-dessus les pelouses et les massifs du jardin qu'aucune clôture apparente ne sépare des champs voisins, et que dominent les hautes cimes des *Eucalyptus*, l'œil découvre le Fort-Carré et la ville d'Antibes, dont la silhouette pittoresque se découpe sur les flots bleus de la baie des Anges. Une forêt d'Oliviers et de Pins relie le rivage aux contre-forts des Alpes; au-dessus brille la longue ligne neigeuse des Alpes-Maritimes. Un site des lacs de Suisse, avec la végétation, la lumière et la couleur du Midi.

On lira sans doute avec intérêt la page suivante, où se trouve si bien peinte l'impression qu'une promenade dans le jardin de M. Thuret a produite sur un visiteur illustre, un des auteurs préférés de M. Thuret, l'un des rares écrivains français que l'on sent être véritablement touchés des choses de la nature et qui jouissent réellement de ses beautés.

« Je fus frappé de cette sorte de stupeur où la grandeur des choses extérieures nous jette, en parcourant un jardin admirablement situé et admirablement composé, à la pointe d'Antibes. C'est, sous ces deux rapports, le plus beau jardin que j'aie vu de ma vie. Placé sur une longue langue de terre entre deux golfes, il offre un groupement onduleux d'arbres de toutes formes et de toutes nuances qui se sont assez élevés pour cacher les premiers plans du paysage environnant. Tous les noms de ces arbres exotiques, étranges ou superbes, car le créateur de cette oasis est un horticulteur savant et passionné, je te les cacherai, pour une foule de raisons : la première est que je ne les sais pas… Je ne me risquerai pas à te nommer une seule des merveilles végétales de l'Australie et autres lieux fantastiques que M. Thuret a su faire prospérer dans son enclos; mais, ce dont je peux te donner l'idée, c'est du spectacle que présente le vaste bocage où toutes les couleurs et toutes les formes de la végétation encadrent, comme en un frais vallon, des pelouses étoilées de corolles radieuses et encadrées de buissons chargés de merveilleuses fleurs. La villa est petite et charmante sous sa tapisserie de Bignones et de Jasmins de toutes nuances et de tous pays ; mais c'est du pied de cette villa, au sommet de la pelouse qui marque le renflement du petit promontoire, et qui, par je ne sais quel prodige de culture, est verte et touffue, que l'on est ravi par la soudaine apparition de la mer bleue et des grandes Alpes blanches émergeant tout à coup au-dessus de la cime des arbres. On est dans un Éden qui semble nager au sein de l'immensité. Rien, absolument rien entre cette immensité sublime et les feuillages qui vous ferment l'horizon de la côte, cachant ses pentes arides, ses constructions tristes, ses mille détails prosaïques ; rien entre les gazons, les fleurs, les branches formant un petit paysage exquis, frais, embaumé, et la nappe d'azur de la mer servant de fond transparent à toute cette verdure, et puis au-dessus de la mer, sans que le dessin de la côte éloignée puisse être saisi, ces fantastiques palais de neiges éternelles qui découpent leurs sommets éclatants dans le bleu pur du ciel. Je ne chercherai pas de mots excentriques et peu usités pour te représenter cette magie. Les mots qui frappent l'esprit obscurcissent les images que l'on veut présenter réellement à la vision de l'esprit. Figure-toi donc que tu es dans un charmant vallon arrondi au fond comme une corbeille, et que tu vois surgir de l'horizon boïsé la Méditerranée servant de base à la chaîne des Alpes. Impossible de te préoccuper de la distance considérable qui sépare ton premier horizon du dernier. Il semble que ce puissant lointain t'appartienne, et que toute cette formidable perspective se confonde sans transition avec l'étroit espace que tes pas vont franchir, car tu es tenté de t'élancer à la limite de ton vallon pour mieux voir. Ne le fais pas, ce serait beau encore, mais d'un beau réaliste, tu perdrais le ravissement de cet aspect composé de trois choses immaculées : la végétation, la mer, les glaciers. Le sol, cette chose dure qui porte tant de choses tristes, est noyé ici pour les yeux sous le revêtement splendide des choses les plus pures. On peut se persuader qu'on est entré dans le paradis des poëtes..... Pas une plante qui souffre, pas un arbre mutilé, pas une fortification, pas une enceinte, pas une cabane, pas une barque, aucun souvenir de l'effort humain, de l'humaine misère ni de l'humaine défiance. Les arbres de tous les climats semblent s'être donné rendez-vous d'eux-mêmes sur ce tertre privilégié pour l'enfermer dans une fraîche couronne, et ne laisser apparaître à ceux qui l'habitent que les régions supérieures où semblent régner l'incommensurable et l'inaccessible (1). »

De 1860 à 1863 M. Thuret revisa toutes ses Algues de Cherbourg, afin de répondre aux questions que lui adressait M. Le Jolis, engagé depuis un certain temps dans un travail sur les plantes marines de cette localité. Durant cette période, M. Thuret ne pouvait s'occuper de micrographie que d'une manière tout à fait intermittente. Le temps qu'il donnait à son jardin n'était pas la seule cause de ces interruptions. Aux accès d'asthme, qui étaient encore fréquents, quoiqu'ils le fussent moins qu'en Normandie, étaient venus s'ajouter des bourdonnements d'oreilles qui lui rendaient le travail assidu presque impossible. Il se rendit pourtant à Saint-Vaast en 1863, mais il put à peine commencer l'étude d'une question très-intéressante, la fécondation des Floridées, qui l'avait longtemps préoccupé, et qui venait de faire, nous semblait-il, un grand pas vers sa solution. Depuis que le mémoire de M. Nægeli sur les Céramiacées était parvenu à Antibes, c'est-à-dire pendant l'hiver 1862-1863, nous connaissions enfin un organe qui, selon toute apparence, était lié à la reproduction sexuelle des Floridées. Dans son mémoire, M. Nægeli avait décrit, sous le nom d'appareil trichophorique, un petit corps celluleux surmonté d'un poil, qui précède le développement du cystocarpe de plusieurs Céramiacées dont le fruit mûr présente une organisation différente. Ce que nous aperçûmes dans un premier examen nous laissa convaincus qu'un organe qui se montrait avec les mêmes caractères essentiels dans des genres assez éloignés d'ailleurs, était bien l'organe femelle des Floridées, si vainement cherché jusqu'alors. Il fut dès lors arrêté que la première excursion maritime serait dévolue à l'étude approfondie de cet organe, et à la recherche des rapports qui s'établissent entre lui et les corpuscules issus des anthéridies. Ce projet ne put être exécuté que trois ans plus tard. Revenu très-souffrant à Antibes, M. Thuret fut pris, au commencement de 1864, d'une atroce maladie de peau qui le tint au lit pendant trois longs mois, complétement privé de l'usage des pieds et des mains. Grâce à l'habileté dévouée du docteur Gurney et à la sollicitude attentive d'un ami qui ne le quitta pas d'une heure, et de qui seul il voulait recevoir les soins que réclamaient sa maladie et son impuissance, il sortit enfin de tout péril. Cette maladie fut comme un effort de la nature pour rejeter au dehors les éléments morbides qui troublaient depuis tant d'années l'existence de M. Thuret. Les bourdonnements d'oreilles ne se firent plus sentir; l'asthme disparut entièrement et ne revint plus dans la suite, même pendant les séjours assez prolongés que nous fîmes plus tard au bord de l'Océan. En somme, après cette crise, la santé de M. Thuret fut beaucoup meilleure et plus régulière qu'elle n'était auparavant.

---

(1) George Sand, *Lettres d'un voyageur* (*Revue des deux mondes*, livraison du 15 juillet 1868, p. 480).

Il en profita le plus tôt possible pour achever les recherches si malheureusement interrompues. Nous retournâmes à Saint-Vaast en 1866, et, quelques jours après notre arrivée, nous constatâmes de la façon la plus nette la copulation des corpuscules mâles avec le poil de l'appareil trichophorique, preuve décisive du rôle que remplissent ces organes. La découverte de ce nouveau type de fécondation a comblé une lacune considérable de l'histoire des Algues. Elle a de plus définitivement résolu, en faveur du fruit capsulaire, la question jusqu'alors indécise de la prédominance théorique des tétraspores et du cystocarpe, et justifié la préférence que M. J. G. Agardh avait accordée à ce dernier fruit dans sa classification des Floridées.

Les années suivantes, M. Thuret visita Biarritz et Guéthary, dans le golfe de Gascogne, Saint-Malo, Vannes et le Croisic, sur les côtes de Bretagne. Les résultats obtenus dans ces excursions n'ayant pas été publiés, je mentionnerai quelques-uns des plus intéressants.

A Biarritz, où nous fîmes deux séjours, en 1868 et en 1870, nous eûmes l'occasion de suivre le développement du fruit de quelques rares Floridées, et d'étudier, au point de vue spécifique, les *Polysiphonia* et les *Gelidium*, dont les espèces sont nombreuses dans cette localité. Ce ne fut pas sans étonnement que nous recueillîmes deux *Polysiphonia* non encore signalés sur cette côte, quoiqu'ils y soient abondants, complétement identiques à des espèces rapportées d'Australie par Harvey. Les *Gelidium* nous réservaient une autre surprise. Personne n'avait remarqué que, dans une des formes les plus communes du *Gelidium corneum*, l'organisation du cystocarpe n'est pas la même que dans les formes voisines, et ne diffère en rien de celle qu'on attribue au genre australien *Pterocladia*.

Un des buts de l'excursion de Saint-Malo fut l'étude des Rivulariées. L'examen des échantillons d'herbier nous avait donné la conviction que la quantité considérable d'espèces décrites et figurées par M. Kützing se réduisent, en réalité, à un très-petit nombre de formes véritablement distinctes. Il s'agissait d'en avoir la confirmation sur le vivant. Nous l'eûmes pleine et entière. D'autre part, les recherches de l'aide de M. Thuret sur les gonidies des Lichens, en nous forçant à voir combien nous savions peu de chose sur la manière dont se reproduisent les Nostochinées, nous imposaient la tâche de faire une étude immédiate de cette question. Nous ne réussîmes pas aussi vite que nous l'avions espéré. Renvoyant toujours à la fin l'examen des *Calothrix* et des Rivulaires qui nous semblaient moins altérables que les autres Algues, nous laissions par cela même échapper le moment d'assister à la formation et à la dispersion des hormogonies. Ce fut seulement lorsque nous soumîmes à l'observation immédiate les Nostochinées fraîchement rapportées de la mer, que nous vîmes le contenu coloré des filaments de ces plantes se segmenter en tronçons qui sortent de la gaîne, rampent dans l'eau comme les chapelets de Nostocs en voie de reproduction, se fixent, et ne tardent pas à s'accroître en un nouveau filament. Parfois la dissémination se fait en telle abondance et avec une telle activité, que nous eûmes quelque confusion de ne pas l'avoir aperçue plus tôt.

La vulgarité du *Dudresnaya coccinea* sur la côte de Saint-Malo nous permit de constater dans cette plante un mode de fécondation fort compliqué. La formation du fruit est précédée de trois copulations successives.

En allant au Croisic, M. Thuret avait l'intention de compléter par l'étude du *Rivularia bullata* ses observations sur la reproduction des Nostochinées marines. Il se proposait aussi d'achever des recherches commencées vingt ans auparavant sur le *Polyides rotundus*. — Le *Rivularia bullata* parcourt toute son évolution en trois ou quatre mois. Cette plante apparaît en juin, atteint son maximum de développement en juillet, août, et l'on n'en trouve plus que de très-rares exemplaires après le mois d'octobre. Il était évident qu'à l'un des moments qui précèdent cette disparition, devait se placer un procédé quelconque de reproduction. En suivant jour par jour cette Rivulaire, qui est très-commune sur les rochers élevés battus par le flot et que l'on peut atteindre à toute marée, M. Thuret vit que les filaments dont elle est formée se résolvent entièrement en hormogonies, qui se dispersent sur les corps environnants au moment où la mer est haute. Ces hormogonies se fixent, germent, et ne tardent pas à constituer une Rivulaire microscopique qui attend jusqu'à l'année suivante l'époque favorable à son développement. — Lorsqu'il avait étudié le *Polyides rotundus* à Cherbourg, M. Thuret avait remarqué une particularité assez curieuse dont il n'avait pas réussi à se rendre compte alors. Les anthéridies se montrent en septembre, et ce n'est que deux mois plus tard, en décembre et janvier, que les spongioles contiennent des fruits mûrs. L'explication de cette singularité réside dans ce fait que le *Polyides* est pourvu d'un appareil d'imprégnation entièrement semblable à celui des *Dudresnaya*. Une fois l'impulsion donnée à un petit nombre d'appareils trichophoriques par la soudure des corpuscules mâles avec le trichogyne, il naît de ces appareils un réseau de tubes fécondants qui rampent entre les filaments de la spongiole et déterminent l'accroissement d'un nombre indéfini de cellules femelles. Cette végétation dure pendant des semaines, aussi longtemps qu'il se forme de nouveaux fruits.

M Thuret se proposait de visiter Brest en 1874. Au moment de partir, il fut arrêté par l'apparition de quelques traces de la maladie dont il avait souffert dix ans auparavant. N'ayant pas la permission de marcher dans l'eau de mer, comme il le faisait d'habitude, il se rendit à Cherbourg avec l'intention de borner ses recherches aux plantes des quais et des fossés qu'il pouvait atteindre à pied sec. Entre autres observations nouvelles faites dans cette excursion, je citerai la reproduction par zoospores et la germination d'un *Monostroma* marin, reproduction et germination qui diffèrent nettement de celles des Ulves. Dans les Ulves, les zoospores sortent de la cellule où elles sont nées par une ouverture qui se fait dans une des parois latérales. Après leur sortie, la fronde est décolorée, mais le tissu celluleux qui la compose demeure entier sous l'apparence d'un réseau à mailles polygonales. Il n'en est pas ainsi dans les *Monostroma*. La substance intercellulaire qui lie les cellules se dissout, les cellules mères se désagrégent et sont complétement libres et flottantes quand les zoospores s'en échappent.

Il n'a guère été question jusqu'ici que des excursions maritimes faites par M. Thuret. C'est que, en effet, il s'attachait plus particulièrement à l'étude des plantes marines, qui ne sont facilement accessibles qu'à un petit nombre de naturalistes. Les Algues d'eau douce se trouvent partout et sont souvent l'objet de travaux de haute valeur. Mais, quoiqu'il ne leur donnât pas une aussi grande part de son temps, il était loin de les négliger. L'essai de classification des Nostochinées, qu'il rédigeait quelques semaines avant sa mort, le prouverait au besoin.

Afin de compléter l'énumération des travaux de M. Thuret, je mentionnerai encore deux opuscules qu'il a consacrés à l'examen de quelques détails, et qui sont, pour ce motif, de moindre importance pour la science en général. Dans une note sur la synonymie des *Ulva Lactuca* et *latissima* L., il montra que les auteurs récents appliquent le nom linnéen d'*U. Lactuca* à une espèce qui ne peut pas être celle de Linné. De cette attribution erronée résulte la conséquence inadmissible que Linné n'aurait pas connu l'Ulve la plus commune, la plus anciennement connue des Algues marines, et que, par contre, il aurait décrit une espèce beaucoup plus rare, que personne ne connaissait de son temps et que personne n'a connue après lui, jusqu'à ce qu'elle ait été retrouvée par Agardh et par Greville. A la fin de ce travail il donne la description d'un nouveau genre de la tribu des Ulvacées, le *Monostroma*.

La double fructification, qui est si fréquente chez les Floridées, est loin d'avoir été observée dans toutes les espèces. Il arrive parfois que celle-là fait défaut, qui est la plus importante dans le système de classification que l'on emploie. Pour opérer le classement des plantes imparfaitement connues, on se guide sur les analogies qu'elles offrent avec celles qui le sont mieux; mais la découverte du fruit manquant ne vient pas toujours confirmer les rapprochements qui semblaient les plus naturels et les mieux justifiés. C'est ce que M. Thuret, dans sa note sur un nouveau genre d'Algues de la famille des Floridées, a fait voir pour le *Griffithsia secundiflora*. Cette plante présente une si grande ressemblance de port avec les autres espèces de *Griffithsia*, elle s'en rapproche tellement par sa structure, par la disposition des tétraspores et des anthéridies, qu'il serait impossible de l'en séparer si l'on se bornait à l'étude de ces organes. Mais, au contraire, la réunion ne peut être maintenue si l'on examine le fruit capsulaire. M. Thuret eut donc à retirer le *G. secundiflora* du genre où on l'avait mis jusqu'alors, et il en fit le type d'un genre nouveau qu'il nomma *Bornetia*.

Il fit en outre, à la Société des sciences naturelles de Cherbourg, des communications sur la fructification du *Desmarestia viridis*, sur quelques Algues marines nouvelles, et sur les anthéridies d'une Hépatique, le *Fegatella conica*. Dans cette plante, M. Thuret vit que le contenu des anthéridies est projeté avec assez de force pour atteindre une hauteur de trois centimètres, et que le mouvement des anthérozoïdes pouvait se prolonger pendant deux jours, quand la température était peu élevée. Cette émission à distance du contenu des anthéridies rend moins difficile de comprendre comment les anthérozoïdes peuvent venir en contact avec les archégones dans une plante comme le *Fegatella*, où les conceptacles mâles et femelles se trouvent sur des frondes séparées.

Indépendamment des services que M. Thuret a rendus à la science des Algues par ses publications, il lui a été utile d'une manière indirecte, mais non moins efficace, en suscitant de bons travaux et en répandant l'esprit de méthode et d'observation rigoureuse qu'il possédait à un si haut degré. C'est sous son impulsion que M. A. Le Jolis, son ami et le compagnon de ses herborisations, a entrepris ses recherches sur les Laminaires, sur la nomenclature des Algues, sur les Ulves, et a publié sa liste des Algues marines de Cherbourg, excellent catalogue dont le mérite est hautement reconnu par ceux qui ont eu l'occasion d'en faire usage.

A diverses époques M. Thuret eut le plaisir de servir de guide à de jeunes botanistes étrangers qui vinrent l'entretenir de sujets relatifs aux Algues et lui demander ses conseils. M. L. Radlkofer, de Munich, est le premier en date. A l'époque où il vint à Cherbourg, M. Thuret, alors occupé de quelques recherches sur la parthénogenèse, put lui montrer les curieux résultats de la culture, dans une chambre close, de pieds femelles de *Mercurialis annua*. Les capsules qui nouent dans ces conditions sont surmontées de deux grands stigmates plumeux qui restent frais et semblent même continuer à croître jusqu'à la maturité. M. L. Kny, MM. Famintzin et Voronine, MM. Farlow, Janczewsky et Rostafinski, qui ont demeuré plusieurs semaines à Antibes, n'ont pas cessé de témoigner qu'ils conservent précieusement le souvenir des heures qu'ils ont passées dans l'intimité de M. Thuret (1).

---

(1) Voyez les articles nécrologiques sur M. Thuret, qui ont été publiés par M. Rostafinski dans le *Botanische Zeitung* du 30 juillet 1875, et par M. le professeur L. Kny dans le *Flora* du 11 août 1875.

II

J'ai essayé de résumer, dans les pages précédentes, la vie et les travaux de M. Thuret; je voudrais indiquer maintenant quels étaient sa nature, son esprit, ses goûts, ses habitudes et ses méthodes de travail.

M. Thuret était de grande taille. Il avait les cheveux blonds et la barbe de même couleur. Sa tête était remarquablement développée; ses yeux, d'un bleu clair, étaient saillants et bien ouverts. La paupière inférieure présentait, à la base de l'orbite, un gonflement assez prononcé. Le regard était ferme et franc, ordinairement un peu voilé, mais s'animant vite sous l'influence des sentiments et des pensées qui se succédaient dans son esprit, et les reflétant avec vivacité. Lorsqu'on avait passé quelques heures avec M. Thuret, il n'était plus possible d'oublier ce regard si doux, si affable, et en même temps si intelligent, relevé parfois d'une pointe de bonhomie malicieuse. Mais il fallait du temps pour qu'on le vît sous son véritable jour. Avec des inconnus, son abord semblait froid et un peu hautain, ainsi qu'il arrive souvent aux personnes timides et très-réservées. Sa démarche, comme tous ses mouvements, était tranquille, mais sans lenteur. Ses manières étaient simples; de même aussi son langage et toutes ses habitudes. Nullement recherché dans sa mise, il avait pourtant de sa personne un soin attentif qui a fait dire de lui, dans une des chansons qui égayaient autrefois les herborisations de M. de Jussieu :

> « Et, jusqu'à se crotter, il fait tout proprement. »

Sous plus d'un rapport son caractère rappelait celui de l'enfant. De l'enfant il avait la générosité, la confiance, la bonté naïve et spontanée. Par contre, il en avait aussi quelques-uns des travers. Mais quand ceux-ci se montraient, ils étaient vite réprimés par la volonté de l'homme fait qui savait se connaître et se vaincre. Très-réservé, très-prudent, hésitant à prendre parti avant d'avoir pu rassembler et classer ses idées, M. Thuret n'avait là pleine possession de lui-même que chez lui et entouré de personnes connues. Il était sobre de paroles, s'exprimait clairement et facilement, et savait très-bien écouter. Sa conversation, jamais banale, montrait vite qu'il avait des connaissances aussi solides que variées, un rare jugement, une grande élévation de cœur et d'esprit, des sentiments délicats et raffinés, joints à beaucoup d'affabilité et à un fonds inépuisable de bienveillance. En dehors des sujets ordinaires de ses études, il s'entretenait de préférence des questions de méthode, d'esthétique, de morale, de religion et de philosophie politique.

Enclin par nature à accueillir avec sympathie les travaux d'autrui, il les appréciait généralement avec une grande bienveillance. Ils lui plaisaient surtout quand il était évident que l'auteur avait apporté à son œuvre le temps, le soin et la peine nécessaires. Et quand il rencontrait parfois « cette union d'une sagacité supérieure et d'une probité parfaite qui ne sont pas moins nécessaires l'une que l'autre au savant digne de ce nom » (1), il en éprouvait une véritable jouissance. Il avait au contraire une profonde aversion pour la négligence et l'inexactitude, et tenait pour certain que, dans les sciences, légèreté et défaut de conscience sont à peu près synonymes. « C'est une chose étrange, répétait-il avec M. L. de Viel-Castel (2), que l'infiniment petit nombre des hommes, même les plus sensés, les plus désintéressés, je ne dis pas qui pratiquent, mais qui comprennent le respect complet, absolu de la vérité, qui s'en rendent un compte bien exact. » Il en était presque douloureusement frappé, tant était haute l'idée qu'il se faisait de la science. « La science, cet instinct désintéressé, divin, qui, ne se rattachant à rien de charnel, à lui seul nous révélerait notre éclatante origine ! la science, qui nous détache du monde extérieur, nous distrait de nous-mêmes, nous dégage des liens de la matière, et nous transporte, du milieu des réalités souillées, dans la pure atmosphère de l'*idée !* la science, un des attributs de la Divinité, un des traits de son empreinte dans l'homme (1). »

---

(1) Ch. de Rémusat, *Un musée chrétien à Rome* (*Revue des deux mondes*, livraison du 15 juin 1863, p. 876).

Lorsque, dans ses lectures, M. Thuret rencontrait une phrase, un passage qui exprimaient à son entière satisfaction ses propres opinions, il lui arrivait parfois de les transcrire dans un cahier intitulé : *Collectanea*, auquel il avait donné pour épigraphe : Τὰ ἄνω φρονεῖτε, μὴ τὰ ἐπὶ τῆς γῆς (col. III, 2) : « Attachez-vous aux choses d'en haut, non à celles de la terre. » Cette citation, de même que celles qui sont faites plus loin, sont extraites de ce cahier.

(2) *L'esprit moderne dans l'histoire* (*Revue des deux mondes*, livraison d 15 décembre 1865, p. 1029).

M. Thuret portait dans ses recherches et ses appréciations un esprit remarquablement dégagé de préoccupations théoriques. Sans doute il n'observait pas au hasard. Le choix des sujets d'étude, la manière de les aborder et de les mener à bien étaient déterminés par des hypothèses plus ou moins plausibles ; mais il n'attachait à ces conceptions qu'une valeur purement provisoire, n'y voyait qu'un simple instrument de recherches qui devait être constamment modifié par les résultats de l'observation.

Quoiqu'il sût à merveille combien il est difficile de faire une bonne observation, de bien conduire une expérience, il trouvait plus difficile encore d'en apprécier exactement la portée. N'attribuer à chaque détail que sa valeur précise, ne tirer de l'ensemble que les seules conséquences qui en découlent naturellement, lui paraissait le grand obstacle à surmonter. C'est qu'en effet, « dans des sujets aussi complexes que le sont les phénomènes physiologiques, les causes d'erreur ne résident pas seulement dans la difficulté des expériences, mais elles ont leur source dans la trop grande facilité avec laquelle on cherche à généraliser une observation même bien faite et très-exacte » (2).

S'il admettait, avec Arago (3) que « la découverte d'un seul fait, bien décrit, bien apprécié, est incontestablement dans la science un pas en avant, tandis que des théories ingénieuses, séduisantes et accueillies avec un enthousiasme presque général, ont été fréquemment des pas en arrière », il ne repoussait pourtant pas indistinctement et sans examen toutes les tentatives de généralisation, même un peu hâtives. Il suivait avec intérêt les hypothèses qui s'efforcent de relier les faits détachés, et qui prétendent à expliquer le monde où nous vivons. Mais il voulait que l'on donnât et que l'on prît ces hypothèses pour ce qu'elles valent. Il était convaincu que « des assertions tranchantes, là où le doute devrait accompagner chaque parole, nuisent essentiellement aux progrès des sciences » (1), et trouvait « qu'il est plus conforme à la raison d'attendre dans l'ignorance que d'accueillir une explication hypothétique à tout prix » (2). N'élevons pas la science à la hauteur du roman, disait-il en modifiant légèrement un mot connu, à un défenseur enthousiaste de théories un peu trop aventureuses.

---

(1) Vinet, *Discours sur quelques sujets religieux*, 5^{e} édition, p. 59.

(2) Claude Bernard, *Recherches expérimentales sur les nerfs du grand sympathique* (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1862, t LV, p. 231).

(3) *Astronomie populaire*, t. I^{er}, p. 461.

Observateur consciencieux à l'extrême, il consacrait aux moindres détails les soins les plus minutieux. Il aimait à revenir fréquemment sur le même sujet, à vérifier les observations déjà faites, et ne se lassait pas de reprendre certaines expériences. Il craignait moins de n'avoir pas bien vu que d'avoir laissé échapper quelque détail important. Car, disait-il, il n'est pas malaisé de trouver ce qu'on cherche, mais il l'est beaucoup de remarquer ce qu'on ne cherche pas. Il avait aussi coutume de dire qu'on trouve tout ce qu'on cherche, entendant par là qu'on atteint toujours un but poursuivi avec ténacité, bien qu'il arrive souvent que le résultat ne soit pas celui qu'on avait prévu ou souhaité.

Toutes les branches de la botanique ne l'attiraient pas également. Celles où l'observation et l'expérience ne sont pas dominantes, chez lesquelles l'interprétation individuelle, les considérations théoriques, géométriques ont une part égale ou supérieure à l'observation même, ne satisfaisaient pas son esprit peu porté vers les choses abstraites. Les recherches physiologiques, la vie dans ses manifestations les plus intimes l'intéressaient avant tout. Mais, association assez rare parmi les naturalistes, il avait en même temps un goût très-vif pour l'étude systématique et le classement des végétaux. Démêler sous des apparences souvent trompeuses les affinités réelles des plantes, constituer des groupes naturels bien limités, observer la série des modifications qu'un type, un appareil, un organe présentent dans un groupe végétal, étaient autant de points sur lesquels son attention était sans cesse portée, et qu'il jugeait dignes d'occuper les esprits les plus éminents. Aussi regrettait-il le discrédit immérité qui s'attache depuis quelques années aux travaux de pure classification. C'est qu'il ne voyait pas seulement dans les classifications un moyen plus ou moins commode de nommer une plante, mais en même temps un résumé de l'état de nos connaissances à un moment donné, et en quelque sorte la fin de la science. En effet, les classifications ne seront complètes et achevées que lorsque l'organisation, la biologie, les rapports multiples qui lient entre eux tous les êtres seront parfaitement connus.

---

(1) Arago, *Œuvres complètes*, t. IV : *Notice sur le tonnerre*, p. 286.

(2) Charles Secrétan, *La nouveauté métaphysique*, 2^e article (*Revue chrétienne*, numéro du 5 octobre 1872, p. 607).

Il n'était étranger à aucune des parties de la cryptogamie; mais ses préférences étaient pour les familles dont les types génériques sont variés, et qui nécessitent en outre l'étude de la plante vivante. La simple comparaison des organes tout faits, dont on s'est contenté jusqu'à présent dans certaines familles, n'avait pour lui aucun attrait. C'est pourquoi les Hépatiques lui plaisaient mieux que les Mousses, les Champignons plus que les Lichens. De là aussi sa prédilection pour les Algues, vaste assemblage de formes très-dissemblables, depuis les plus simples jusqu'aux plus compliquées, qu'on ne saurait bien connaître si on ne les observe pas vivantes; qui présentent en outre le double avantage qu'on ne les sort pas de leur milieu pour les soumettre à l'étude, et que chez elles les phénomènes vitaux, souvent directement observables, n'exigent pas ces dissections laborieuses qui les troublent presque toujours ailleurs dans une certaine mesure.

Quoique M. Thuret ait vu énormément et qu'il sût beaucoup de choses, il a relativement peu publié; aussi la majeure partie des résultats de son travail a-t-elle disparu avec lui. La recherche de la perfection poussée à un point peut-être excessif en est la principale cause. Cette exigence de son esprit ne lui aurait pas permis de publier des travaux d'ensemble où l'on est forcé d'aborder des sujets que l'on connaît peu ou mal. Il n'était à l'aise qu'en traitant une question spéciale qu'il pouvait limiter à son gré, de sorte que toutes les parties lui en fussent familières. Trouvant malaisé d'exprimer sa pensée avec précision, il écrivait lentement, péniblement, et prenait peu de notes. Lorsqu'il rédigeait un mémoire, il recommençait presque toujours au moment même ses observations antérieures, et ne décrivait les objets dont il parlait qu'en les ayant immédiatement sous les yeux. . . . .

Sachant bien que les longs mémoires ne sont pas lus, il s'efforçait de donner à ses publications la forme la plus brève possible, et il en retranchait à dessein tous les développements qui ne lui paraissaient pas absolument indispensables. Une observation mentionnée en quelques lignes lui avait souvent coûté plusieurs mois de recherches. Il se donnait beaucoup de peine pour bien lier ses idées, et pour les présenter sous une forme qui en rendît l'intelligence facile à un lecteur attentif. Son style, sobre et clair, comme ses planches, est un modèle d'exposition scientifique.

M. Thuret fut en relations avec presque tous les algologues et un grand nombre de botanistes de son temps; mais, à très-peu d'exceptions près, ces relations se bornèrent à l'échange de quelques lettres. Écrire était pour lui un fardeau qu'il ne soulevait ni volontiers ni fréquemment. . . . .

Dans sa jeunesse, M. Thuret s'était exercé au dessin et à la peinture. Il reçut en outre, à Lyon, quelques leçons de Saint-Jean, l'habile peintre de fleurs. Mais, quoiqu'il possédât un sentiment très-vif et très-juste de la forme et de la couleur, il n'arriva pas à vaincre une certaine lourdeur de main qui lui rendait l'exécution pénible et imparfaite. Cette exécution malaisée mise à part, il reproduisait les objets avec beaucoup de vérité. La planche 11 de ses *Recherches sur les organes locomoteurs des Algues*, les planches 17, 18, 19, 22 et 9 de ses

Recherches sur les zoospores des Algues et les anthéridies des Cryptogames, en sont la preuve.

Tous ceux qui ont étudié les Algues vivantes, les Algues marines surtout, savent que l'aspect et la disposition de la chromule se modifient rapidement sous le microscope. Souvent, après que la préparation a séjourné quelques minutes dans la goutte d'eau, la matière colorante commence à se déplacer, le contenu cellulaire se concentre; les cloisons, d'abord très-minces et à peine visibles, s'épaississent, les spores s'entourent d'un limbe transparent qui n'existait pas d'abord. M. Thuret était constamment en garde contre ces altérations, et, comme il tenait à représenter l'état normal des objets, il se procurait presque chaque jour des matériaux frais, et renouvelait fréquemment les préparations. C'est grâce à cette minutieuse attention que ses analyses d'Algues, quoique aussi claires que des figures schématiques, ont une apparence de vérité et de vie qu'on ne rencontre pas souvent ailleurs.

Lorsque M. Thuret se fut acquis le concours de M. Riocreux, il ne dessina plus que rarement. Il cessa même complétement de dessiner quand il eut un aide qui se chargea de ce soin. Mais il regrettait souvent d'avoir pris ce parti. La nécessité d'observer avec attention, pour les bien rendre, les plus petits détails des objets que l'on copie, apprend plus rapidement à les bien connaître, et il est certains phénomènes fugaces ou très-lents qui ne peuvent guère être aperçus pour la première fois, si l'on n'a pas le même objet sous les yeux pendant un certain temps.

Dès ses premières excursions au bord de l'Océan, M. Thuret s'était proposé de publier, sous le nom d'*Études phycologiques*, une série de planches in-folio destinées à illustrer les points les plus intéressants de l'histoire des Algues. Un grand nombre de dessins dus au pinceau de M. Riocreux ont été préparés dans ce but à Saint-Vaast, à Belle-Ile et à Cherbourg. De ces dessins ont été tirées les figures qui accompagnent le mémoire de M. Thuret sur les zoospores des Algues et les anthéridies des Cryptogames. En présence de la difficulté d'obtenir la reproduction de dessins aussi parfaits, et de l'extrême lenteur qui en était la conséquence, M. Thuret renonça depuis longtemps à continuer un ouvrage conçu sur le plan qu'il avait primitivement adopté. Bien qu'il eût en portefeuille des matériaux pour un nombre de planches plus considérable, il limita à cinquante le nombre de celles qu'il publierait dans les conditions premières. Quarante-deux sont déjà gravées ; deux manquent encore pour qu'un premier fascicule de vingt-cinq soit rendu public.

Pour faire suite à ce recueil, M. Thuret commença, dans ces dernières années, la préparation d'une seconde série de planches plus simplement exécutées que les précédentes, et qu'on pouvait, par suite, obtenir beaucoup plus rapidement. Ces notes algologiques devaient être publiées sous les noms réunis de MM. Bornet et Thuret ; mais, afin que la liberté et la responsabilité de chacun des collaborateurs fussent complètes, il avait été convenu que le texte accompagnant chaque planche serait signé par celui des deux qui l'aurait plus particulièrement rédigé. La première livraison des *Notes algologiques* paraîtra aussitôt que les articles que M. Thuret s'était réservé d'écrire auront pu être faits ou complétés par son collaborateur.

Il est regrettable que la difficulté de faire graver ses planches ait empêché M. Thuret de publier un grand nombre de dessins qu'il avait dans ses cartons. Si les graveurs habiles eussent été moins rares, et qu'il eût été facile d'obtenir dans un délai assez court la reproduction de ces dessins, nous aurions eu une belle suite de planches consacrées à l'illustration des *Cladophora*, des *Ectocarpus*, des *Callithamnion* et des *Polysiphonia*. Ces genres d'Algues, dont l'étude est difficile parce que les espèces qu'ils renferment sont nombreuses et très-voisines les unes des autres, avaient la préférence de M. Thuret, et il avait eu, à plusieurs reprises, l'intention d'en faire des monographies. Pour les *Ectocarpus*, le projet a reçu un commencement de réalisation ; les principales espèces ont été représentées par M. Riocreux, par de charmants dessins que la lithographie, à défaut de la gravure, a été impuissante à rendre.

Les premières recherches de M. Thuret furent faites avec le grand microscope de Ch. Chevalier. Plus tard, vers 1844, il lui substitua le microscope et les lentilles d'Oberhäuser, avec lesquelles il a travaillé presque exclusivement jusqu'à sa mort. Il est juste de faire remarquer quel habile parti M. Thuret a su immédiatement tirer de son instrument pour les observations les plus délicates. Les figures qu'il a jadis données des zoospores et des anthérozoïdes, du nombre et de la disposition des cils moteurs de ces corps, sont d'une si grande fidélité, que depuis trente ans on n'a vu ni mieux ni autrement, malgré les perfectionnements apportés aux instruments d'optique. C'est que M. Thuret était très-attentif à n'observer que dans de bonnes conditions, et qu'il avait méthodiquement, dès le début, déterminé les circonstances les plus favorables à l'obtention d'excellentes images. La manière d'éclairer le microscope était, selon lui, tout aussi importante que la qualité des lentilles, et il apportait à cet éclairage un soin tout particulier.

Il travaillait dans une chambre éclairée d'un seul côté, prenant jour sur le nord ou le nord-nord-est. Au moyen de rideaux, il atténuait la lumière générale jusqu'au point où il pouvait non-seulement voir très-aisément les objets dont il se servait, mais encore passer d'une pièce de l'appartement à l'autre sans que l'œil en éprouvât le moindre trouble. La table portant les microscopes était placée à trois ou quatre mètres de la fenêtre. Un écran vertical disposé en arrière des microscopes défendait les yeux contre la lumière directe. Enfin, il dirigeait le miroir sur un point du ciel rapproché autant que possible de l'horizon. Dans ces conditions les images acquièrent une pureté, une transparence, une netteté de contours qui ne sont pas faciles à obtenir autrement, semble-t-il ; car M. Thuret est resté à peu près sans rival et n'a point été dépassé pour les observations microscopiques fines et délicates. — L'auteur d'un traité sur le microscope, H. Schacht, écrivait en 1852 à M. Thuret, qu'après avoir passé des journées à étudier les anthérozoïdes de diverses Muscinées, il était certain que ces anthérozoïdes n'ont pas deux cils, mais que le corps se termine par un prolongement flagelliforme unique. Schacht ajoutait qu'il employait une excellente lentille d'Oberhäuser, « la meilleure qui fût sortie des mains de cet habile opticien ». L'instrument étant le même de part et d'autre, les observateurs également exercés, le maniement de l'éclairage explique seul la différence des résultats.

Les préparations qu'il examinait étaient toujours exécutées avec soin et recommencées jusqu'à ce qu'elles fussent complétement satisfaisantes. Il se servait du microscope de dissection d'Oberhäuser, dont la stabilité, l'ampleur de champ, l'abondance de lumière, la longueur de foyer, la facilité avec laquelle on en modifie le grossissement, font, pour les Algues du moins, un instrument incomparable. Il employait peu le scalpel et préférait les aiguilles et les ciseaux, qui lui permettaient de préparer les objets dans l'eau et sous le microscope, ce dont il s'acquittait avec une grande sûreté de main.

M. Thuret s'occupait seul du rangement de l'herbier algologique ; il avait abandonné au conservateur de son herbier le soin des autres collections. Dans les recherches concernant les Algues, le travail était presque toujours fait en commun. En général, l'un de nous faisait un examen préparatoire de la question ou de l'objet à étudier, et, lorsqu'il avait rassemblé des matériaux suffisants, il les soumettait à son collaborateur. Si l'accord ne s'établissait pas immédiatement, si quelque point restait obscur ou indécis, on recommençait de nouvelles préparations que l'on examinait, et dont on discutait chaque détail jusqu'à ce que toute divergence sur le fait eût disparu. Puis, pendant que son aide dessinait les objets étudiés, M. Thuret revisait l'ensemble du travail, faisait les recherches littéraires, et disposait sur des lamelles de mica les objets qui venaient d'être examinés, afin de les avoir tout prêts pour des observations ultérieures.

En composant son herbier et sa bibliothèque, M. Thuret eut toujours en vue l'utilité immédiate. Il cédait rarement au simple désir de se compléter qui pousse les collectionneurs à s'encombrer de matériaux et de documents qui ne leur serviront jamais. Il savait trop bien que l'abondance des matériaux, quand elle dépasse une certaine mesure, gêne et ralentit le travail au lieu de le faciliter. Le fonds de son herbier est formé par ses propres récoltes, dont les exemplaires sont généralement très-beaux, et par des exsiccata dont il faisait l'acquisition lorsqu'ils pouvaient servir à ses études.

Son herbier algologique, qui comprend près de cent paquets volumineux, est surtout intéressant par le nombre et la beauté des échantillons récoltés sur les côtes de France. Chaque espèce est généralement représentée par une longue suite d'exemplaires pris à différents états. Convaincu que l'étude sur le vivant est encore la seule base sérieuse de la science des Algues, il s'attachait avant tout à bien connaître les plantes de nos côtes, et ne donnait qu'une faible et passagère attention aux Algues exotiques. Par le même motif, il faisait très-peu d'échanges. Aussi cet herbier est-il comparativement peu riche en Algues étrangères à la France, et surtout en Algues extra-européennes. La majeure partie de ces dernières provient du voyage de Harvey, et de l'herbier de Bory de Saint-Vincent, dont M. Thuret s'était rendu acquéreur. A l'herbier proprement dit s'ajoutent la plupart des exsiccata publiés, ainsi qu'une collection d'Algues dans l'alcool, comprenant plus de 700 numéros. Certaines Algues se conservent très-bien ainsi et fournissent à tout moment des matériaux d'étude comparables aux échantillons frais.

Après les Algues, ce sont les Lichens qui sont le mieux représentés parmi les Cryptogames. Les Lichens de Bory de Saint-Vincent qu'avait achetés M. Thuret constituent une collection nombreuse et intéressante de laquelle M. Nylander écrivait, en 1857, quelque temps après en avoir terminé l'examen : « Je viens d'arriver de Londres..... L'herbier de Kew n'est pas aussi riche en Lichens que celui de M. Thuret. » Il s'est, depuis, augmenté des *Lichenes Helvetici* de Schærer et Hepp, ainsi que de la collection de l'*Erbario crittogamico italiano*.

L'herbier phanérogamique se compose principalement de plantes de France et de la région méditerranéenne. Il renferme les collections de Huguenin, les exsiccata de Schultz et de Billot, les plantes d'Espagne de Bourgeau, diverses collections faites en Algérie, les plantes d'Orient de Balansa, l'*Herbarium normale* de Heldreich, les plantes de Sicile de Huet du Pavillon et de Todaro, celles de Corse par Soleirol, Mabille, etc. La plus grande partie des espèces exotiques qui ont fleuri dans le jardin d'Antibes ont été séchées et conservées.

Les plantes du département des Alpes-Maritimes constituent un herbier spécial. Quand M. Thuret et son aide arrivèrent dans le Midi, ils employèrent une partie de leurs loisirs à se familiariser avec la flore de la nouvelle région qu'ils habitaient. Ils firent, dans ce but, de fréquentes herborisations dans les environs d'Antibes et de Nice, presque toujours en compagnie de M. l'abbé Montolivo, qui avait une grande expérience de la contrée et de sa végétation. Ils parcoururent l'Esterel, les vallées du Var et de la Vésubie, et explorèrent à deux reprises les Alpes de Tende ainsi que le val Pesio, près de Coni. La liste des espèces ainsi recueillies entre 1858 et 1865 fournit à M. Ardoino les principaux éléments de sa *Flore des Alpes-Maritimes*. Grâce aux dons des botanistes qui ont parcouru le département depuis cette époque, la collection de M. Thuret a continué à s'enrichir d'un certain nombre de plantes nouvellement trouvées, et c'est probablement la plus complète qui existe en ce moment des végétaux de ce coin de la Provence, si riche et encore si peu connu.

La bibliothèque scientifique était destinée à répondre à un double but : l'étude des Algues et la détermination des plantes cultivées dans le jardin. Indépendamment des ouvrages fondamentaux qui forment le fonds de toute bibliothèque algologique, M. Thuret avait rassemblé une quantité considérable de brochures relatives aux Algues, de tirages à part, d'ouvrages de cryptogamie ou de botanique générale, qui contiennent des documents sur ces végétaux. Quant à la bibliothèque destinée à la phanérogamie horticole, elle comprend une série de grands ouvrages à planches qui, avec le *Prodromus* de De Candolle, les *Annales* et le *Repertorium* de Walpers, les Flores d'Australie et du cap de Bonne-Espérance, sont indispensables à l'étude des végétaux cultivés dans les jardins de la Provence.

M. Thuret n'avait pas seulement le goût des collections d'histoire naturelle, il avait aussi celui des autographes. Pendant quinze ans il en avait rassemblé une intéressante collection ; mais lorsqu'il eut acquis la certitude que beaucoup de pièces fausses, presque impossibles à distinguer des documents authentiques étaient de plus en plus fréquemment mises en circulation, il vendit son cabinet. et ne conserva que les autographes de botanistes, dont les lettres, moins recherchées, ne tentent pas les faussaires. Cette dernière collection, qu'il m'a léguée avec ses livres et ses herbiers, contient des lettres de plusieurs centaines de botanistes. Parmi les pièces les plus anciennes et les plus belles, je citerai les autographes d'Aldrovandi, de Boerhaave, de Boccone, de Cæsalpin, de Clusius, de Dillen, de Plumier, de Tournefort, etc., etc.

M. Thuret était membre de la Société des sciences naturelles de Cherbourg (1852) et de la Société botanique de France (1854). Il fut nommé correspondant de l'Institut (Académie des sciences), le 9 juin 1857, par 26 voix contre 17 données à M. H. Lecoq, de Clermont-Ferrand. A un premier tour de scrutin M. Thuret n'avait obtenu qu'une voix de plus que son concurrent. Il était en outre correspondant de l'Académie des sciences de Berlin (1869) ; membre étranger de la Société Linnéenne de Londres (1869) ; membre honoraire de la Société botanique d'Édimbourg (1871) ; membre correspondant de la Société botanique des Pays-Bas (1874).

On sait que l'Institut décerne tous les deux ans « un prix de 20 000 francs, attribué tour à tour à l'œuvre ou à la découverte la plus propre à honorer ou à servir le pays, qui se sera produite pendant les dix dernières années dans l'ordre spécial des travaux que représente chacune des cinq Académies de l'Institut ». En 1865, M. Thuret fut l'un des candidats choisis par l'Académie des sciences. Deux autres concurrents, MM. Wurtz et Dupuy de Lôme étaient en présence. Au premier tour de scrutin, les voix se partagèrent presque également ; au second tour, M. Dupuy de Lome fut éliminé, mais il n'y eut point de majorité. Ce fut seulement au troisième tour, et d'une seule voix, que M. Wurtz l'emporta. En 1875 M. Thuret était encore, sans qu'il le sût, le candidat de la section de botanique, et paraissait devoir être celui de l'Académie des sciences tout entière. Nulle autre candidature n'étant opposée à la sienne, il est à peu près certain que l'Institut l'aurait élu à l'unanimité, s'il eût vécu quelques semaines de plus. C'eût été un juste honneur rendu à un homme « dont les travaux offrent un tel caractère d'exactitude et de précision qu'aucun n'a jamais été contesté » (1), qui est une des gloires de la science française, et dont le souvenir vivra aussi longtemps que les hommes s'intéresseront à l'histoire des végétaux.

M. Decaisne avait donné le nom de *Thuretia* à une belle et curieuse Floridée, dont les feuilles, semblables à celles de nos Chênes pour la forme et la grandeur, sont constituées par un élégant réseau à jour. Malheureusement M. J. Agardh a reconnu que le *Thuretia* ne diffère pas assez du genre *Dictyurus* établi antérieurement par Bory, et qu'il ne peut être maintenu.

III

Ne montrer en M. Thuret que le naturaliste serait le représenter d'une manière trop incomplète. Patriote ardent et esprit sincèrement religieux, il donnait une grande part de ses pensées à la France, à ses affaires, à ses destinées, en même temps qu'il suivait avec un vif intérêt le mouvement ecclésiastique et religieux dont les églises chrétiennes sont agitées depuis quelques années. Il portait dans ces deux sortes d'idées un esprit franchement libéral, plein de droiture, de clairvoyance et de modération ; mais il était nettement hostile à tous les partis pris, à tous les excès, à tous les despotismes, « détestant également les orthodoxes en politique et les orthodoxes en religion, vrais sectaires qui ne connaissent plus ni équité ni morale lorsqu'il s'agit de leur dada favori, qui ne songent qu'à réaliser leurs théories, et qui détruiraient la France et l'Église jusqu'au bout pour y parvenir. » (G. Thuret, *Lettres*.)

---

(1) Duchartre, *Journal de la Société centrale d'horticulture de France*, numéro de mai 1875, p. 270.

Ayant fait son éducation politique sous le gouvernement de Juillet, il s'était imbu des principes de la monarchie constitutionnelle, forme de gouvernement qu'il regardait comme la plus parfaite que les hommes eussent imaginée. Le soudain renversement de cette monarchie par ceux mêmes qui auraient dû en être les plus ardents défenseurs le troubla profondément. Il jugea qu'un peuple assez dépourvu d'esprit politique pour n'avoir pu supporter un régime où tout progrès, tout changement était possible par le jeu régulier des institutions, que dirigeaient un habile souverain et une réunion d'hommes aussi éminents qu'il y en eut jamais en aucun temps et en aucun pays, était désormais voué à l'anarchie et au despotisme. Les individus échappent souvent aux conséquences de leurs fautes ; les peuples, presque jamais. Bien loin de s'épuiser au moment même où les fautes se produisent, ces conséquences pèsent sur l'avenir pendant une longue série d'années et déterminent la suite des événements d'une manière presque fatale. M. Thuret vit donc se dérouler sans surprise, d'abord avec des appréhensions de plus en plus vives, puis dans de douloureuses et patriotiques angoisses, les événements qui se sont succédé depuis 1848, inquiet de l'avenir encore plus que du présent, et se demandant si un peuple aussi bien doué que le nôtre, qui possède de si sérieuses qualités, n'acquerra pas enfin celles dont il est trop dépourvu et sans lesquelles aucun gouvernement libéral et durable ne sera possible. Il ne désespérait pas cependant, persuadé qu'il était que l'inaptitude des Français à diriger eux-mêmes leurs affaires tient en grande partie à ce qu'on n'a guère cherché jusqu'à présent à faire leur éducation sur ce point. Voyez, disait-il, le peuple anglais. « Habitué à gérer toutes ses affaires intérieures par lui-même, il est bien plus prompt à comprendre les situations politiques que le peuple français, tenu en tutelle depuis des siècles par l'administration la plus absolue, la plus oppressive, la moins intelligente des droits des citoyens, qui ait jamais existé. Malgré la vivacité de ses conceptions, le bon sens natif dont elle est douée et dont sa littérature et son histoire offrent tant de preuves, la nation française, faute d'expérience pratique des affaires publiques, est d'autant plus facile à égarer et à jeter dans l'opposition, qu'en attaquant le gouvernement, elle croit prendre sa revanche sur les torts de l'administration despotique qui la blesse et l'exaspère dans tous les actes de sa vie politique et privée... (1) » « Par la liberté seule les hommes seront des hommes, des êtres susceptibles de vertu et de perfectionnement ; sans elle leur caractère se dégradera... Toutes les formes de gouvernement ne sont pas sans doute également propres à la liberté ; mais toutes peuvent en recevoir les premiers éléments, et contribuer ainsi, du moins pour un temps, à l'éducation des peuples... La science politique est encore trop incertaine... pour que le changement d'une forme contre une autre mérite d'être acheté au prix d'une révolution (2). » La direction qu'a suivie le cours de notre histoire, ces alternatives d'agitations, de licence et de dictature, la difficulté que nous éprouvons à faire notre apprentissage politique, tout cela M. Thuret l'attribuait sans hésiter au parti que la France a pris contre la Réforme du XVI^e^ siècle. « Cette révolution religieuse était la forme de la liberté au sortir du moyen âge, et ceux qui n'ont pu conquérir cette liberté ont été jusqu'à ce jour impuissants à en établir une autre (3). »

M. Thuret avait reçu, par les soins de M. Ath. Coquerel père, une éducation religieuse forte et libérale. Il fut toute sa vie fermement attaché au christianisme et à la foi protestante. Plus que les autres formes du christianisme, le protestantisme lui paraissait propre à développer les côtés élevés de la nature humaine, à donner satisfaction à toutes les énergies, en permettant à chaque homme, ou plutôt en lui imposant l'obligation de chercher la vérité avec conscience, selon sa nature, son intelligence et sa perception individuelle de l'idéal et de l'infini. La variété des croyances qui résulte du libre examen ne l'effrayait pas; il pensait au contraire que si l'union entre chrétiens est jamais possible, elle sortira de la diversité et non de l'uniformité des dogmes.

---

(1) Ch. Al. Campan, *Troisième article sur William Pitt* (*Indépendance belge* du 16 septembre 1862).

(2) Sismondi, *Histoire des républiques italiennes* (introduct., post-scriptum)

(3) Edgar Quinet, *Marnix de Sainte-Aldegonde* (*Revue des deux mondes* livraison du 1^er^ juin 1854, p. 995).

Il lisait avec assiduité la Bible, et plus particulièrement l'Évangile, « ce livre divin, le seul nécessaire à un chrétien, et le plus nécessaire de tous à quiconque même ne le serait pas, qui n'a besoin que d'être médité pour porter dans l'âme l'amour de son auteur et la volonté d'accomplir ses préceptes. Jamais la vertu n'a parlé un si doux langage; jamais la plus profonde sagesse ne s'est exprimée avec tant d'énergie et de simplicité. On n'en quitte point la lecture sans se sentir meilleur qu'auparavant (1). » Les écrits de Channing, certains passages des œuvres de J. J. Rousseau, et notamment les *Lettres écrites de la montagne*, expriment avec assez de fidélité la manière dont M. Thuret concevait le christianisme. L'extrait suivant, que je prends également dans ses *Collectanea*, a, sous ce rapport, presque la valeur d'une profession de foi.

« Nous reconnaissons l'autorité de Jésus-Christ parce que notre intelligence acquiesce à ses préceptes et nous en découvre la sublimité. Elle nous dit qu'il convient aux hommes de suivre ces préceptes, mais qu'il était au-dessus d'eux de les trouver. Nous admettons la révélation comme émanée de l'esprit de Dieu, sans en savoir la manière, et sans nous tourmenter pour la découvrir... Ainsi, reconnaissant dans l'Évangile l'autorité divine, nous croyons Jésus-Christ revêtu de cette autorité; nous reconnaissons une vertu plus qu'humaine dans sa conduite et une sagesse plus qu'humaine dans ses leçons. Voilà ce qui est bien décidé pour nous..... Nous admettons tous les enseignements qu'a donnés Jésus-Christ. L'utilité, la nécessité de la plupart de ces enseignements nous frappe, et nous tâchons de nous y conformer. Quelques-uns ne sont pas à notre portée;

---

(1) *Réponse de J. J. Rousseau au roi de Pologne sur la réfutation faite par ce prince de son Discours sur les sciences et les arts* (édit. Lefèvre, 1819, t. IV, p. 90).

ils ont été donnés sans doute pour des esprits plus intelligents que nous. Nous ne croyons pas avoir atteint les limites de la raison humaine, et les hommes plus pénétrants ont besoin de préceptes plus élevés.

» Beaucoup de choses dans l'Évangile passent notre raison et même la choquent ; nous ne les rejetons pourtant pas. Convaincus de la faiblesse de notre entendement, nous savons respecter ce que nous ne pouvons concevoir, quand l'association de ce que nous concevons nous le fait juger supérieur à nos lumières. Tout ce qui nous est nécessaire à savoir pour être saints nous paraît clair dans l'Évangile ; qu'avons-nous besoin d'entendre le reste (1) ? »

Si, comme on le voit, il n'était pas disposé à nier tout ce qu'il ne pouvait expliquer ni comprendre, il ne consentait pourtant pas à admettre ce qui est contraire à la raison ou aux faits avérés. Mais chez lui, comme chez beaucoup de personnes, cette répugnance à prendre au pied de la lettre certains passages des Livres saints « n'avait rien de commun avec ce qu'on appelait autrefois le libertinage et les débauches d'esprit ; elle provenait uniquement de la nécessité où est notre siècle d'accorder sa foi avec sa raison. Notre siècle ne recule pas devant l'extraordinaire, encore moins devant le divin ; mais il recule devant l'impossible (2). »

Perpétuellement en garde contre l'esprit de parti, qui ne sait ou ne veut apercevoir qu'un côté des questions, il se faisait une obligation de se tenir au courant des opinions opposées, et l'on voyait sur sa table des livres et des journaux appartenant aux nuances les plus diverses. Sachant bien « qu'en religion, comme en tout le reste, l'absolu ne convient pas à la nature humaine, et que les plus conséquents ne sont pas toujours les plus raisonnables » (3), il ne s'était inféodé à aucun système théologique.

---

(1) J.-J. Rousseau, *Lettres écrites de la Montagne*, première partie, lettre Ire (édit. Lefèvre, 1820, t. X, p. 191 et suiv.).

(2) Émile Burnouf, *la Science des religions* (*Revue des deux mondes*, livraison du 1er décembre 1864, p. 543).

(3) C. de Rémusat, *De la théologie critique* (*Revue des deux mondes*, livraison du 1er janvier 1862, p. 110).

Les affirmations dogmatiques lui étaient d'autant plus suspectes qu'elles se montraient plus nettes et plus tranchantes. Il leur reprochait d'engendrer « la confiance présomptueuse dans nos propres idées et l'intolérance envers les idées des autres, deux des plus dangereuses maladies de l'intelligence et de la société humaines (1). » Les spéculations audacieuses des théologiens lui semblaient bien souvent blasphématoires. « Telle était pour lui la hauteur, et pour ainsi dire la délicatesse de la vérité de Dieu, que le langage humain n'y peut toucher sans la blesser par quelque endroit (2). » Il ne croyait pas qu'il fût besoin de métaphysique aussi subtile pour porter l'esprit et le cœur vers les choses élevées, pour développer la conscience, le sens moral, l'effort vers le bien et le vrai, la pratique du devoir et de la charité. « Faut-il être si savant pour savoir aimer Dieu et pour se renoncer pour l'amour de lui? Vous savez beaucoup plus de bien que vous n'en faites. Vous avez beaucoup moins besoin d'acquérir de nouvelles lumières que de mettre en pratique celles que vous avez déjà reçues (3). »

Il ne faisait pas grand état de la nature humaine. Avoir à lutter sans cesse et péniblement contre ses tendances égoïstes, se sentir impuissant à faire ce qu'on approuve, tandis que l'on fait ce que l'on condamne, lui paraissait profondément humiliant. Aussi les sermonnaires et les moralistes, qui présentent le tableau le moins flatteur du cœur humain, étaient ceux qu'il goûtait le plus. Ce sentiment d'humilité non affectée était d'autant plus remarquable que le penchant au bien semblait une disposition instinctive chez M. Thuret, tant il le faisait simplement et spontanément.

M. Thuret ne séparait pas la pratique de la théorie. Possesseur d'une large aisance, il faisait le plus noble usage de sa fortune. Il vivait d'une manière simple et retirée, mais sans austérité, consacrant à ses travaux une grande part de son revenu. Il donnait beaucoup, était charitable avec discernement, généreux sans prodigalité, et se préoccupait sans cesse de procurer à ceux qui l'entouraient le bien-être et la sécurité. Non-seulement il contribuait largement à soulager les misères apparentes et publiques, mais il était toujours prêt à venir en aide à toute infortune qui arrivait à sa connaissance. Il était heureux de faire le bien. « Il semble », disait une personne charitable qui s'adressait quelquefois à M. Thuret pour en obtenir le concours, « il semble que ce soit un service que nous lui rendons en appelant son attention sur une bonne œuvre à faire, et qu'il soit notre obligé. » Je pourrais citer plus d'un trait de générosité, plus d'un secours dont l'origine n'a pas été connue de celui qui en a été l'objet; mais la réserve et le silence dont M. Thuret entourait ses dons ne me permettent pas d'insister. Pour moi toutefois qui ai plus que personne éprouvé les effets de la munificence de M. Thuret, je ne saurais hésiter à en témoigner hautement, et je ne puis lui être assez reconnaissant de la grâce délicate avec laquelle il savait présenter et faire agréer ses bienfaits.

---

(1) Guizot, *Méditations sur l'état actuel de la religion chrétienne*, n° 7, p. 337.

(2) Bossuet, *Avertissements aux protestants, sixième et dernier avertissement*, première partie, XXXVIII.

(3) Fénelon, *Lettres spirituelles*, édition de Silvestre de Sacy, t. Ier, p. 408, lettre LXXII.

Quoique M. Thuret ait en grande partie échappé aux aspérités de l'existence humaine et qu'il pût être compté au nombre des heureux de la terre, il ne tenait pas à la vie. Que de fois il souhaita d'être retiré d'un monde où sa nature était trop souvent froissée! Il n'était ni pessimiste ni d'humeur chagrine, mais il possédait à un haut degré cette sensibilité inquiète qui prévoit et multiplie les douleurs auxquelles tout homme est sujet. Faut-il croire cependant qu'une vie si complétement consacrée au travail et au devoir, si sainte, pourrai-je dire, n'ait pas été sans douceur? Le passage suivant, que M. Thuret a transcrit dans ses *Collectanea* quelques jours seulement avant sa mort, s'applique si bien à lui-même, qu'il semble être l'affirmation d'une expérience personnelle. « Je pensais maintenant que le seul moyen d'atteindre le bonheur, c'est de n'en pas faire le but de l'existence. Ceux-là seuls sont heureux qui ont l'esprit tendu vers quelque autre objet que leur propre bonheur, vers le bonheur d'autrui, le progrès de l'humanité, quelque fin idéale et désintéressée... Pour être heureux, il faut s'oublier. Cette préoccupation de son propre bonheur, cette analyse inquiète qui le fouille, le pèse, le met constamment en question, ce souci débilitant de soi-même, qui n'est au fond que de l'égoïsme, aboutissent à l'impuissance et au rongement. S'oublier, renoncer à soi, se donner à quelque but élevé, perdre sa vie, par exemple, au service de la vérité, de la justice, de l'humanité, c'est le moyen de trouver spontanément le bonheur, de le respirer simplement comme l'air (1). »

Je n'ajouterai rien à ces paroles. Qu'il me soit seulement permis d'exprimer ici toute ma reconnaissance pour les témoignages de regrets et de sympathie que j'ai reçus à l'occasion de l'événement funeste qui m'ôtait le meilleur des amis, qui frappait d'une manière non moins cruelle sa famille, dont il était aimé tendrement, et qui a été ressenti par les habitants d'Antibes à l'égal d'une calamité publique (2).

LISTE

DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DE M. G. THURET.

Note sur l'anthère du *Chara* et les animalcules qu'elle renferme. Broch. in-8°, 8 pages, 4 planches (extrait des *Annales des sciences naturelles*, 2^e série, 1840, t. XIV, p. 65, pl. 3-8).

Recherches sur les organes locomoteurs des spores des Algues. Broch. in-8°, p. 266-267, 6 planches en partie coloriées (*ibid.*, 2^e série, 1843, t. XIX, p. 266, pl. 10-15).

Note sur le mode de reproduction du *Nostoc verrucosum*. Broch. in-8°, p. 319-323, 1 planche (*ibid.*, 3^e série, 1844, t. II, pl. 9).

---

(1) John Stuart Mill, cité par M. L. Rey, *Revue chrétienne*, livraison du 5 avril 1875, p. 215.

(2) Parmi les formes souvent touchantes qu'a revêtues l'expression des regrets causés dans la population d'Antibes par la mort de M. Thuret, il en est une qui mérite vraiment d'être conservée. Le jardin de M. Thuret était le refuge d'une quantité de rossignols qui nichaient dans ses buissons. Une paysanne passant sur le chemin entendit chanter un de ces oiseaux : *Vaï, canto! canto!* lui dit-elle, *maï t'entendé plu* (Va! tu peux chanter et chanter, il n'est plus là pour t'entendre).

Recherches sur les anthéridies et les spores de quelques *Fucus*, par MM. J. Decaisne et G. Thuret. Broch. in-8°, 10 pages, 2 planches (*ibid.*, 3e série, 1845, t. III, p. 5-15, pl. 1-2). — (Présentées à l'Académie des sciences, séance du 11 novembre 1844.)

Note sur les zoospores des Algues. Broch. in-12, 7 pages (extrait du tome XIII, n° 11 des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 1846).

Note sur les zoospores des Algues olivacées. Broch. in-12, 7 pages (*ibid.*, t. XV, n° 2, 1847).

Note sur les anthéridies des Fougères. Broch. in-8°, p. 5-11, 4 planches en partie coloriées (extrait des *Annales des sciences naturelles*, 3e série, 1849, t. XI, p. 5-11, pl. 2-5).

Recherches sur les zoospores des Algues et les anthéridies des Cryptogames. Broch. in-8°, 93 pages, pl. 16-31 et pl. 1-5 (*ibid.*, 3e série, 1850, t. XIV, p. 214, pl. 16-31 ; et 3e série, 1851, t. XVI, p. 5-39, pl. 1-15).

Note sur la fécondation des Fucacées (*Comptes rendus des séances de l'Académi des sciences*, t. XXVI, p. 745, séance du 25 avril 1853). Broch. in-8°, 9 pages (extrait des *Mémoires de la Société des sciences naturelles de Cherbourg*, 1853, t. I, p. 161).

Sur la fructification du *Desmarestia viridis* (*ibid.*, p. 343).

Note sur la synonymie des *Ulva Lactuca* et *latissima* L., suivie de quelques remarques sur la tribu des Ulvacées. Broch. in-8°, 16 pages (*ibid.* 1854, t. II, p. 17).

Description d'Algues nouvelles découvertes aux environs de Cherbourg (*ibid.*, p. 387).

Note sur un nouveau genre d'Algues de la famille des Floridées. Broch. in-8°, 8 pages, 2 planches (*ibid.* 1855, t. III, p. 155).

Recherches sur la fécondation des Fucacées et les anthéridies des Algues. Broch. in-8°, 1re partie, 22 pages, 4 planches ; 2e partie, p. 23-46, 3 planches (extrait des *Annales des sciences naturelles*, 4e série, 1855, t. II, p. 197-214, pl. 12-15 ; et t. III, p. 5-28, pl. 2-4).

Sur les anthéridies du *Fegatella conica* (*Mémoires de la Société des sciences naturelles de Cherbourg*, 1856, t. IV, p. 216).

Deuxième note sur la fécondation des Fucacées. Broch. in-8°, 15 pages, 1 planche (*ibid.* 1857, t. V, p. 1).

Observation sur la reproduction de quelques Nostochinées. Broch. in-8°, 16 pages, 3 planches (*ibid.*, p. 19).

Note sur la fécondation des Floridées, par MM. Ed. Bornet et G. Thuret. Broch. in-8°, p. 257-262 (*ibid.* 1866, t. XII, p. 257-262). — (Présentée à l'Académie des sciences, séance du 10 septembre 1866.)

Recherches sur la fécondation des Floridées. Broch. in-8°, 32 pages, 3 planches (extrait des *Annales des sciences naturelles*, 5e série, 1867, t. VII, p. 136-166, pl. 11-13).

Essai de classification des Nostochinées. Broch. in-8°, 11 pages (*ibid.*, 6ᵉ série, t. I, p. 372-382).

En préparation :

Études phycologiques, 50 planches in-folio gravées sur cuivre.

Notes algologiques, par MM. Ed. Bornet et G. Thuret.

SUR

LE DÉVELOPPEMENT DU FRUIT DES COPRINS

ET LA PRÉTENDUE SEXUALITÉ DES BASIDIOMYCÈTES

Par M. Ph. VAN TIEGHEM.

J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie (séance du 8 février 1875) le principal résultat d'une série de recherches sur la reproduction des Coprins, poursuivies par voie de cultures cellulaires monospores de novembre 1873 à juillet 1874 ; je le rappelle brièvement. Certains mycéliums portent des bouquets de baguettes se désarticulant en bâtonnets, et tous mes efforts pour faire germer ces bâtonnets étaient demeurés inutiles. D'autres mycéliums produisent des ampoules en général terminées par une courte papille, et j'avais toujours vu ces ampoules livrées à elles-mêmes se vider et dépérir. Mais si l'on dépose les bâtonnets sur les ampoules, quelques-uns se fixent sur elles, notamment aux papilles terminales avec lesquelles ils s'anastomosent en se vidant. Après quoi l'ampoule se divise en trois; les deux cellules inférieures poussent des branches latérales recourbées et rameuses qui s'appliquent l'une contre l'autre en recouvrant la cellule terminale, et l'ensemble forme bientôt un petit tubercule. Faute de nourriture, ces petits tubercules n'ont pas continué à se développer dans ces cultures cellulaires ; mais d'autres observations, tirées de cultures en grand et sur porte-objet découvert, ont prouvé qu'ils sont les débuts d'autant de fruits basidiosporés. De ces faits incontestables, j'ai cru pouvoir conclure à une fécondation exercée par le bâtonnet (organe mâle, pollinide) sur l'ampoule (organe femelle, carpogone), fécondation qui serait la cause déterminante de la formation du fruit.

Longtemps retardée par le désir de répéter les expériences et de mener à meilleure fin ces difficiles cultures, cette brève communication m'était imposée à ce moment par la publication, en Allemagne, d'un travail de M. Reess sur le même sujet, où l'auteur, étudiant aussi un Coprin, est arrivé de son côté par une voie un peu différente à une conclusion analogue. Depuis lors, et à la suite de nouvelles recherches, M. Reess a confirmé mes observations et a admis les rectifications que j'avais apportées à son premier travail (1). D'un autre côté, M. Kirchner sur le *C. ephemerus*, et tout récemment M. Eidam sur les *Agaricus coprophilus, fascicularis* et *mutabilis*, sont venus y ajouter des preuves nouvelles (1).

---

(1) *Pringsheim's Jahrbücher*, 1875, t. X, p. 198.

Il m'a semblé cependant que la sexualité des Basidiomycètes ne serait définitivement démontrée que si l'on parvenait, à la suite d'une fécondation expérimentale contrôlée par des cultures de comparaison et de contre-épreuve, à produire en cellule non pas seulement un petit tubercule, mais un fruit parfaitement mûr. C'est dans ce but que j'ai entrepris, en août et septembre derniers, une nouvelle série de cultures cellulaires de diverses espèces du genre Coprin. L'objet en vue a été atteint, en ce sens que d'une spore primitive j'ai réussi à obtenir en cellule le fruit bien conformé et mûr de plusieurs Coprins, avec faculté d'étudier sur place l'origine de son développement. Mais en même temps les faits nouveaux qu'il m'a été donné d'observer m'ont conduit à interpréter tout autrement les résultats de mes premières expériences, et j'ai le devoir de faire disparaître au plus tôt, sans attendre la publication de mon mémoire détaillé et des figures qui l'accompagnent, une erreur que j'ai contribué à accréditer.

J'ai obtenu, en effet, la germination indépendante des bâtonnets des Coprins (*C. plicatilis* et *stercorarius*). Ces organes ne sont donc pas des corpuscules fécondateurs mâles (spermaties ou pollinides), mais une espèce particulière de spores, éminemment altérables et éphémères, des conidies.

En second lieu, j'ai vu le fruit des Coprins (*C. plicatilis, radiatus* et *filiformis*) naître, se développer et mûrir en cellule, sur un mycélium où il ne s'était produit aucun bâtonnet, et dans des conditions où aucun bâtonnet n'avait été amené, ni n'avait pu s'introduire du dehors. Comme on n'observe d'ailleurs, à l'origine de son développement, aucune copulation de filaments à laquelle on puisse reconnaître le caractère d'un acte fécondateur, il paraît bien que le fruit des Coprins se forme sans fécondation.

Reste à donner aux faits exposés dans mon premier travail leur véritable signification. L'incapacité de germer attribuée alors aux bâtonnets n'est qu'un argument négatif, qui tombe aujourd'hui devant leur germination constatée. Elle a lieu en cellule dans la décoction de crottin et s'y opère, suivant les conditions, d'une manière différente. Si l'on sème dans la goutte nutritive un petit nombre de bâtonnets, on les voit, dès les premières heures, se gonfler et devenir ovales, ou même sphériques; après cette nutrition préalable, ils poussent un tube mycélien vigoureux bientôt ramifié, à branches anastomosées. Deux jours après le semis, le mycélium ainsi formé a déjà produit de nouveaux bouquets de baguettes, qui commencent à se désarticuler en bâtonnets. C'est la germination normale.

Semées en grand nombre, de manière à se trouver rapprochées dans la goutte nutritive, les conidies ne grossissent pas sensiblement, mais émettent perpendiculairement à leur axe un tube très-étroit. D'un bâtonnet à l'autre ces petits tubes s'anastomosent en forme d'H ou de lignes brisées plus ou moins compliquées, et les choses en restent là. Portés dans une goutte où se développe déjà le mycélium d'un Coprin de même espèce, les bâtonnets se comportent d'une manière analogue. Sans grossir, partout où ils avoisinent une branche mycélienne, ils envoient vers elle un tube étroit qui s'y anastomose; ils font corps désormais avec elle et paraissent n'en être que des appendices. Si, au point considéré, la branche se trouve en partie épuisée, les bâtonnets y déversent leur protoplasma en se vidant, et il en résulte pour elle une reprise d'activité proportionnelle au nombre des corpuscules qui s'y sont ainsi copulés. Enfin, si, dans une pareille culture cellulaire en voie de développement plus avancé, on projette des bâtonnets sur les ampoules unicellulaires, premiers états des fructifications, c'est-à-dire si l'on se place précisément dans les conditions des premières expériences, la même copulation a lieu. Le sommet de l'ampoule, ordinairement prolongé en bouton, en étant la partie la plus jeune et la plus molle, c'est là que la fixation des bâtonnets et leur anastomose se produisent de préférence, et parfois même exclusivement. Si, en outre, l'expérience est faite au moment où l'ampoule, creusée de grandes vacuoles, commence à s'épuiser faute d'aliment, on voit les bâtonnets y déverser leur protoplasma et s'y vider. Elle reprend alors une activité nouvelle, traduite au dehors par son cloisonnement et la ramification des cellules inférieures, toutes conséquences qui ne se manifestent pas dans les ampoules voisines privées de cet appoint de protoplasma.

---

(1) *Botanische Zeitung*, 1er octobre et 5 novembre 1875.

Ces diverses copulations de bâtonnets, nous le savons maintenant, sont des phénomènes d'ordre végétatif, des débuts de germination dans des conditions où la germination normale ne peut pas s'accomplir, avec manifestation de la propriété générale d'anastomose et de greffe que possèdent à un haut degré toutes les cellules de ces plantes. Mais on voit aussi que dans des circonstances spéciales, notamment dans le dernier cas que je viens de rappeler, ces greffes de bâtonnets germants peuvent revêtir, à s'y méprendre, les apparences de l'acte fécondateur le mieux caractérisé.

A voir ainsi la théorie de la sexualité des Basidiomycètes, basée cependant sur les faits en apparence les plus démonstratifs, ne pas résister à une étude plus approfondie, on se demande s'il n'en serait pas de même pour les Ascomycètes, et si les preuves de la sexualité des Champignons de cet ordre ont bien toute la solidité qu'on leur attribue. Cette étude fera l'objet d'une prochaine communication.

SUR

LE DÉVELOPPEMENT DU FRUIT DES *CHÆTOMIUM*

ET LA PRÉTENDUE SEXUALITÉ DES ASCOMYCÈTES

Par M. Ph. VAN TIEGHEM.

J'ai suivi le premier développement du fruit des *Chætomium* et des vrais *Sordaria*, par la méthode des cultures cellulaires, qui permet d'observer un même périthèce à ses divers états.

La spore des *Chætomium* germe en cellule dans le moût de bière, le jus d'orange, etc., et y développe un mycélium anastomosé en une multitude de points, qui, dès le septième jour et sans former de conidies, commence à fructifier. A cet effet, sur un filament ordinaire naît une branche de même grosseur, qui s'enroule aussitôt en spirale serrée et cesse de s'allonger après avoir fait environ deux tours. La spire ne laisse pas de cavité au centre, et, comme ses tours se croisent, elle forme une petite pelote sessile : c'est le carpogone. De sa partie inférieure naît bientôt un rameau plus grêle qui rampe sur la pelote en se dirigeant vers son sommet. Avant de l'avoir atteint le plus souvent, il se ramifie dans le plan tangent et ses ramuscules enlacent le carpogone à la surface duquel ils se divisent à leur tour. Tous ces rameaux de divers ordres, étroitement appliqués sur la spire, mais ne paraissant en aucun point anastomosés avec elle, se soudent, se cloisonnent et recouvrent enfin d'une assise cellulaire continue la partie supérieure du carpogone qui pendant ce temps s'est elle-même cloisonnée. Dès lors le jeune périthèce est constitué, et c'est par le développement indépendant de ses deux parties, la spire centrale et le tégument, qu'il s'achemine peu à peu vers la maturité. La spire, en effet, bourgeonne plus tard pour former l'ensemble des asques : c'est l'ascogone. Le tégument, s'accroissant tout de suite en épaisseur, multiplie ses assises, prolonge au dehors certaines de ses cellules périphériques pour former les longs poils auxquels ce genre doit son nom, et finalement produit la paroi du fruit et ses dépendances : c'est le périascogone.

Je laisse de côté les crampons rameux qui, pendant la formation du périthèce et déjà quand le carpogone commence seulement à s'enrouler, prennent naissance à sa base même et de chaque côté sur la branche qui le porte ; anastomosés entre eux et avec les filaments du mycélium, ils fixent et nourrissent le fruit. Parmi les très-instructifs arrêts de développement que l'on rencontre dans les cultures, je dois aussi me borner à en citer un seul. Plusieurs fois j'ai vu un rameau, émané de la base du carpogone non encore enveloppé, s'anastomoser avec lui; or, précisément dans aucun de ces cas le carpogone n'a continué à se développer. Il semble donc que, lorsque, en vertu d'une propriété générale possédée par toutes les cellules de la plante, le carpogone vient à se copuler avec un rameau voisin, il se trouve par cela même stérilisé, ramené à l'état végétatif, et que l'une des fonctions du tégument est précisément de le protéger contre de tels accidents.

Sauf la présence des conidies et l'absence des poils caractéristiques, les choses se passent dans les *Sordaria* (*S. setosa* et *coprophila*) comme dans les *Chætomium*, ce qui confirme les récentes observations de M. Gilkinet, faites sur un genre voisin (*Hypocopra*), mais brièvement étendues à un vrai *Sordaria* (*S. minuta*).

Grâce aux beaux travaux de M. de Bary (1863-1870) et aux Mémoires de MM. Woronine (1866-1870), Tulasne (1867), Janczewski (1871), Baranetzki (1872), Brefeld (1874) et Gilkinet (1874), on connaît aujourd'hui le développement du périthèce de plusieurs Ascomycètes. Dégagé de toute interprétation théorique, il se rattache à deux types, suivant que le carpogone, presque toujours plus ou moins enroulé en spirale, est simple ou double, formé d'une seule branche spécialisée ou de deux branches semblables en contact intime dans toute leur étendue. Dans les deux cas, le carpogone bourgeonne à sa base, et ses rameaux et ramuscules, étroitement appliqués sur lui, couvrent bientôt sa région supérieure (ascogone) d'un tégument continu (périascogone) qui a partout la même valeur morphologique et physiologique. La différence est que l'ascogone est simple dans le premier type, double dans le second. Aux Ascomycètes monocarpogonés appartiennent les *Eurotium*, *Hypocopra*, *Ascobolus*, *Peziza* et aussi, comme on l'a vu plus haut, les *Chætomium* et *Sordaria*. Aux Ascomycètes dicarpogonés se rattachent les *Penicillium*, *Erysiphe*, *Podosphæra* et *Gymnoascus*, ces trois derniers genres avec une organisation dégradée. Dans les *Erysiphe* en effet, où les asques sont peu nombreux, et dans les *Podosphæra*, où il n'y en a qu'un seul, l'une des deux branches de l'ascogone demeure stérile; la même chose a lieu dans le *Gymnoascus*, où en outre le tégument est rudimentaire, ce qui annonce la présence d'Ascomycètes à ascogone entièrement nu. S'il en existe de tels dans le premier type, et le *Saccharomyces* paraît en être l'exemple le plus dégradé, leur exacte connaissance sera décisive dans la question théorique que nous devons maintenant aborder.

M. de Bary a cru pouvoir interpréter les faits observés par lui, comme établissant la sexualité des Ascomycètes, et cette théorie, admise et confirmée par tous les auteurs qui ont suivi, est aujourd'hui classique. Elle n'est pourtant rien moins que démontrée. Mon Mémoire la discutera dans les divers cas particuliers; je dois me borner ici à montrer en peu de mots combien peu elle est conforme aux faits. Remarquons d'abord que l'interprétation diffère suivant qu'il s'agit de l'un ou de l'autre des types distingués plus haut. Dans le premier, le carpogone simple est femelle; les rameaux formateurs du tégument, tous ensemble ou seulement le premier d'entre eux, sont mâles (pollinodes), bien qu'ils continuent ensuite à se développer pour devenir partie intégrante du fruit, ce qui est absolument contraire à l'idée qu'on doit se faire d'un organe mâle. Leur contact intime avec le carpogone est une fécondation dont l'ascogone est le résultat, et cela en dehors de toute preuve directe, sans même qu'à la suite de ce contact il s'opère le moindre changement intérieur dans les deux corps en présence (1). Dans le second type, les rameaux générateurs du tégument, bien qu'ayant la même origine que dans le premier et les mêmes relations avec ce qu'ils recouvrent, ne sont plus mâles, mais simplement protecteurs. C'est l'une des deux branches enveloppées qui est mâle (pollinode), l'autre femelle (carpogone), et le fait seul de leur contact est donné, sans autre preuve, pour une fécondation. Cependant, si les deux branches sont semblables au début et bourgeonnent toutes deux plus tard pour produire les asques (*Penicillium*), il est clair qu'une pareille interprétation n'a pas de sens. Lorsque, pareilles encore au début, l'une d'elles demeure stérile plus tard (*Gymnoascus*), mais surtout quand la stérilité s'accuse en elle dès l'origine par une forme spéciale (*Erysiphe*, *Podosphæra*), il peut paraître séduisant de regarder comme mâle cette branche stérile; mais en réalité, comme on l'a vu plus haut, on se trouve alors en présence d'organismes dégradés, et cette stérilité s'explique par de tout autres causes.

En résumé, du rapprochement au contact ou même de la soudure de deux des parties constitutives du jeune fruit, il ne paraît pas légitime de conclure, en dehors de toute autre preuve, à une action de l'une sur l'autre, à une fécondation.

(1) Il est vrai que, dans l'*Eurotium*, M. de Bary a quelquefois constaté une anastomose entre le carpogone et le premier-né des rameaux qui le couvrent; mais il n'a pas montré que cette copulation est nécessaire au développement ultérieur du fruit, qu'elle n'est pas une anastomose accidentelle et d'ordre végétatif; bien plus, il n'est pas certain qu'elle n'empêche pas le périthèce de se développer, comme nous avons vu plus haut que cela arrive chez les *Chætomium*. Le sens qu'il faut attacher à la copulation du *Pyronema confluens* est encore plus obscur, puisque M. Tulasne déclare expressément qu'après leur anastomose, « les deux cellules conjuguées se flétrissent et se vident ». D'une façon générale, dans des plantes dont toutes les cellules végétatives peuvent s'anastomoser, il n'est pas légitime de regarder une anastomose frappant le carpogone comme une fécondation, à moins de montrer en même temps que cette copulation est nécessaire et qu'elle est accompagnée des phénomènes qui caractérisent partout ailleurs la véritable fécondation.

FIN DU DEUXIÈME VOLUME.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

Observations sur les bulbes des Lis, par M. Duchartre. 5

Variation désordonnée des plantes hybrides, et déduction qu'on peut en tirer, par M. Naudin. 73

Mémoire sur l'anatomie de l'écorce, par M. Julien Vesque. 82

Études histologiques et histogéniques sur les glandes foliaires intérieures et quelques productions analogues, par M. J. Chatin. 199

Sur le développement du fruit des Coprins et la prétendue sexualité des Basidiomycètes, par M. Ph. Van Tieghem. 361

Sur le développement du fruit des *Chætomium* et la prétendue sexualité des Ascomycètes, par M. Ph. Van Tieghem. 364

FLORES ET GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

De l'influence du terrain sur la végétation, par M. Ch. Contejean. . . 222

MÉLANGES.

M. Gustave-Adolphe Thuret : esquisse biographique, par M. Ed. Bornet. 308

TABLE DES MATIÈRES

PAR NOMS D'AUTEURS.

Bornet (Ed.). — M. Gustave-Adolphe Thuret : esquisse biographique. 308
Chatin (J.). — Études histologiques et histogéniques sur les glandes foliaires intérieures et quelques productions analogues. 199
Contejean (Ch.). — De l'influence du terrain sur la végétation. . . 222
Duchartre (P.). — Observations sur les bulbes des Lis. 5
Naudin (Ch.). — Variation désordonnée des plantes hybrides, et déduction qu'on en peut tirer. . 73
Van Tieghem (Ph.). — Sur le développement du fruit des Coprins et la prétendue sexualité des Basidiomycètes 361
— Sur le développement du fruit du *Chætomium* et la prétendue sexualité des Ascomycètes. . . . 364
Vesque (J.). — Mémoire sur l'anatomie de l'écorce 82

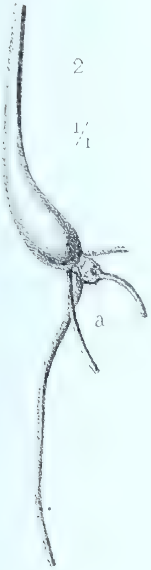
TABLE DES PLANCHES

RELATIVES AUX MÉMOIRES CONTENUS DANS CE VOLUME.

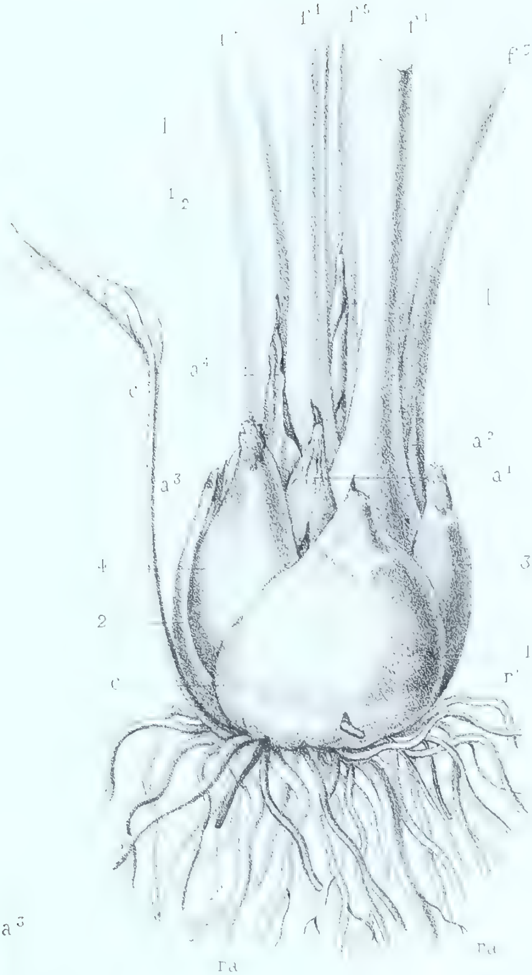
Planches 1-8. Bulbes des Lis.
— 9-11. Anatomie comparée de l'écorce.
— 12. *Citrus Aurantium*, *Diosma alba*, etc.
— 13. *Schinus Molle*.
— 14. *Myrtus communis*, *Eucalyptus*, etc.
— 15. *Psidium montanum*, *Laurus nobilis*, etc.

FIN DES TABLES.

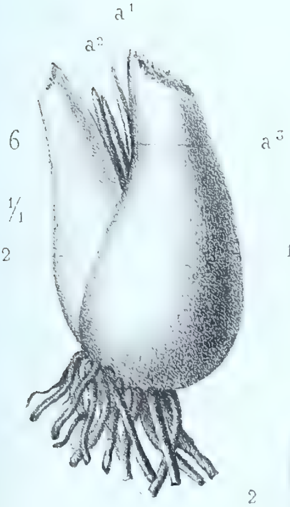
PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2


2

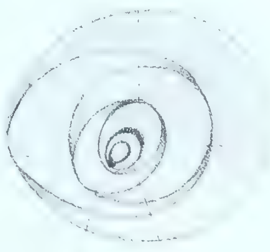
1/1

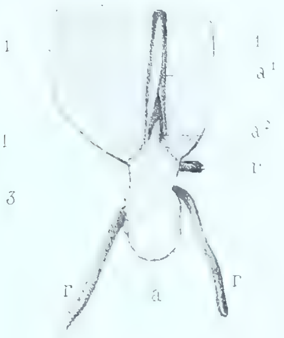

1

1/2
f¹
f²
f¹
f³
l
l
c
a⁴
a³
a²
a¹
4
3
2
1
c
r
ra
ra


6

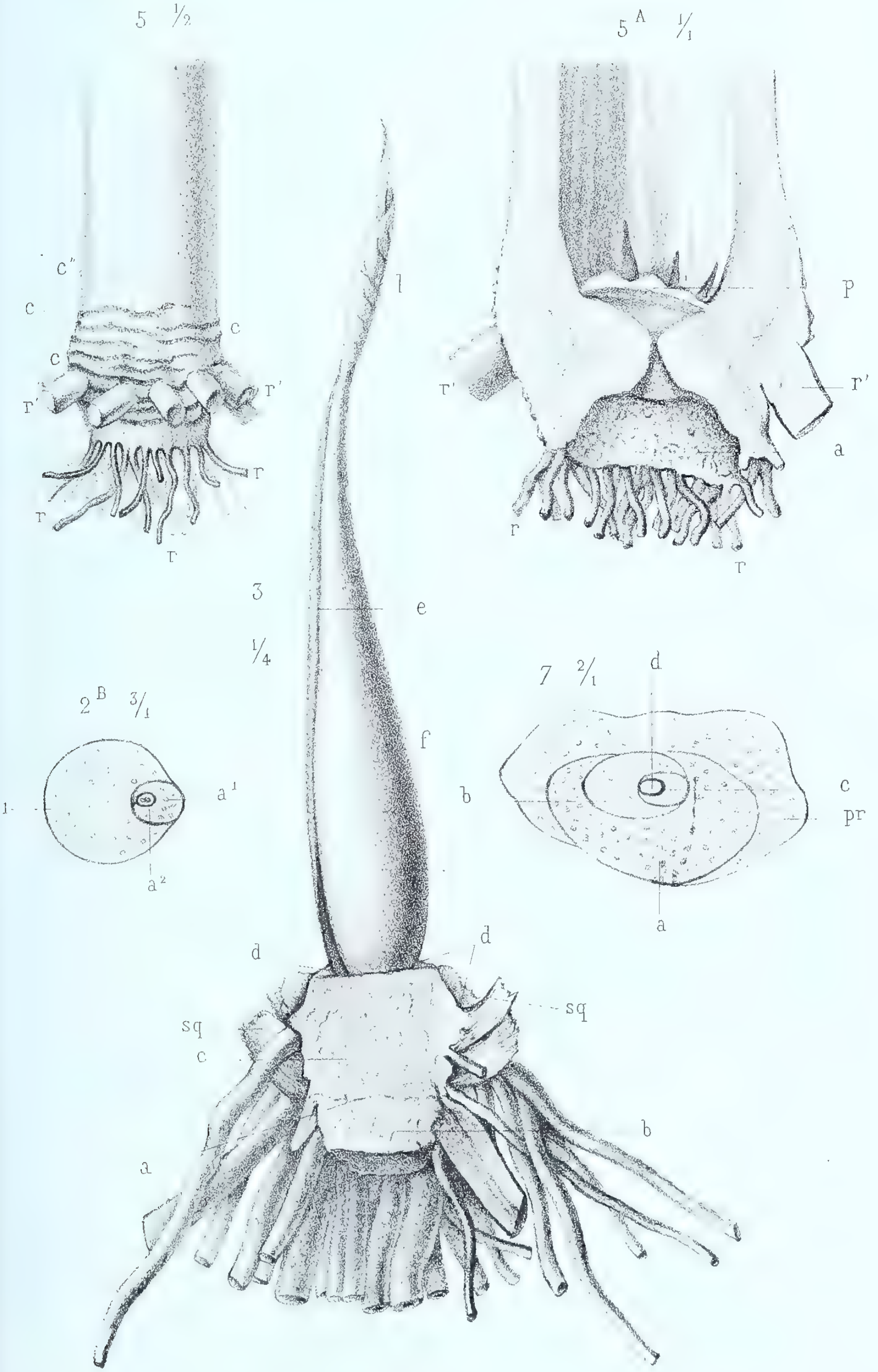
1/1

4 3/1 5


2 A 4/1

1
l
1
a¹
a²
r
r
r
a

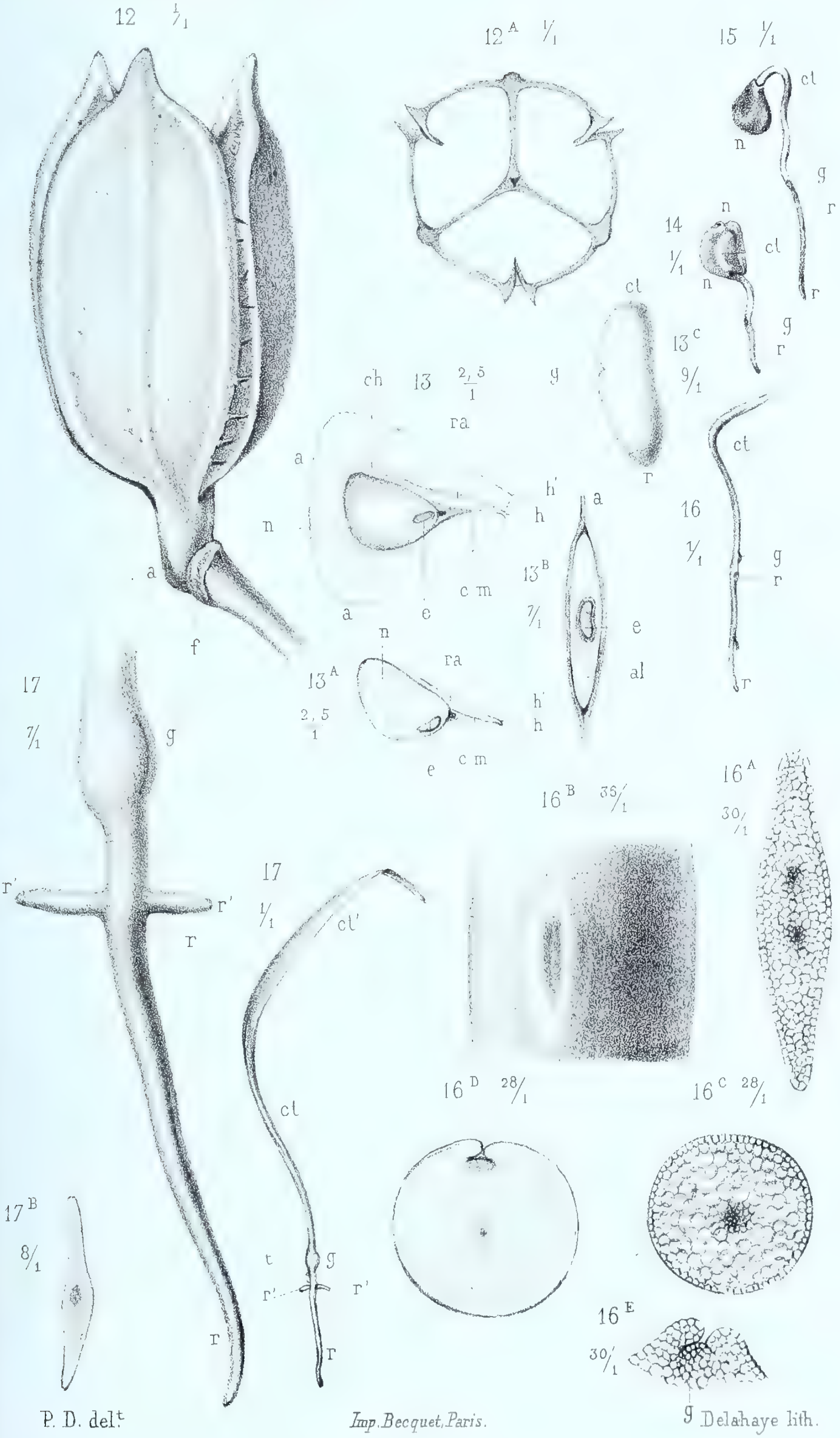
P.D. delt
Imp. Becquet, Paris.
Delahaye lith

Bulbes des Lis.


5 ½
c''
c
c
c
r'
r'
r
r
r
5A 1/1
p
r'
r'
a
r
r
3
1/4
l
e
f
b
d
d
sq
sq
c
a
b
2B 3/1
1
a1
a2
7 2/1
d
c
pr
a

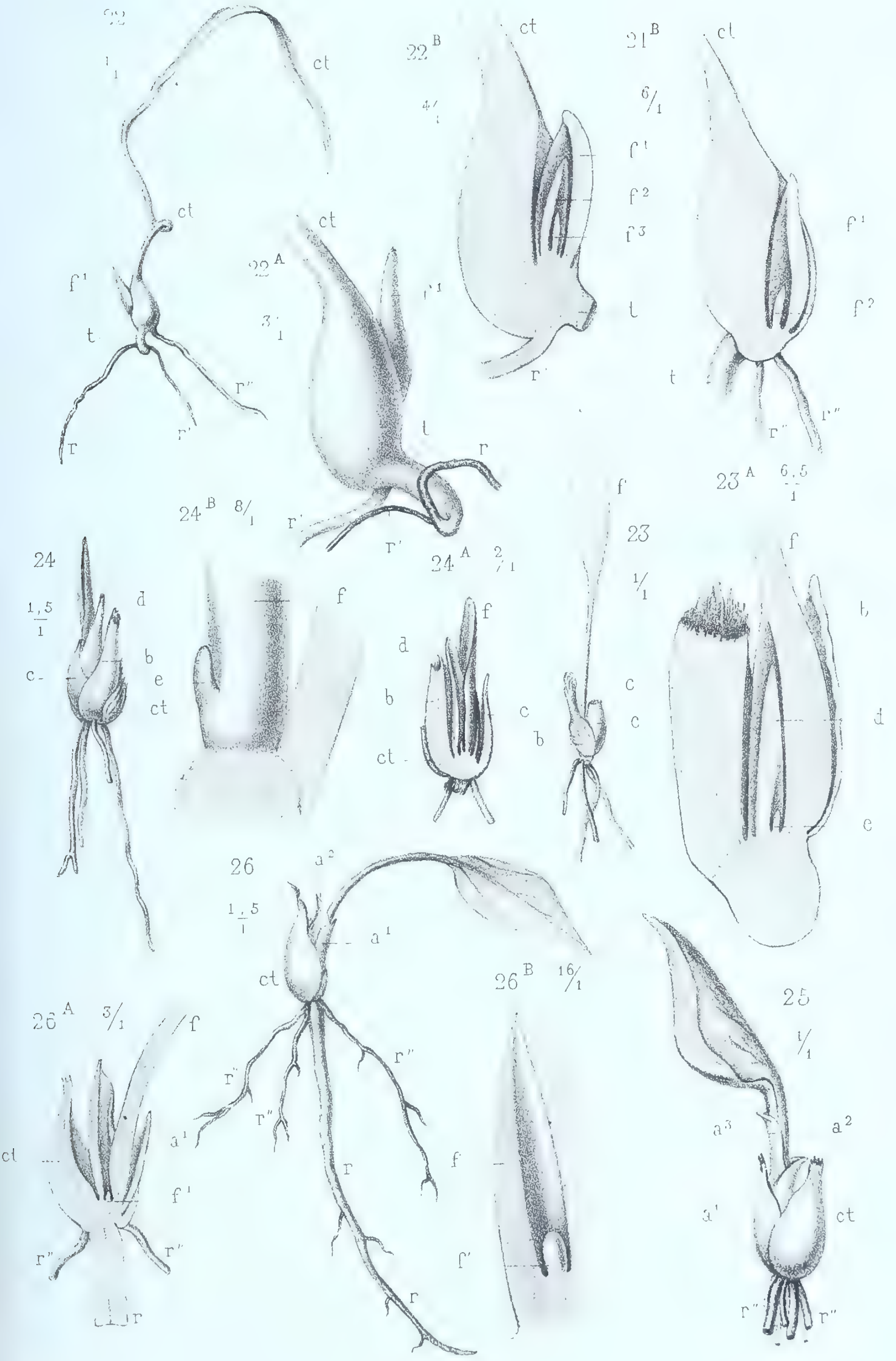
P.D. del.t *Imp. Becquet, Paris.* Delahaye lith.

Bulbes des Lis.


12 1/1
12 A 1/1
15 1/1
ct
n
g
r
r
14
1/1
n
ct
n
g
r
ct
13 C
9/1
ch
13 2,5/1
g
ra
a
r
h'
h
a
n
ct
16
1/1
a
f
c m
13 B
7/1
g
r
a
e
n
e
ra
al
17
7/1
13 A
2,5/1
h'
h
r
e
c m
g
16 B 35/1
16 A
30/1
r'
r'
r
17
1/1
ct'
16 D 28/1
16 C 28/1
ct
17 B
8/1
t
g
r'
r'
16 E
30/1
r
r
g

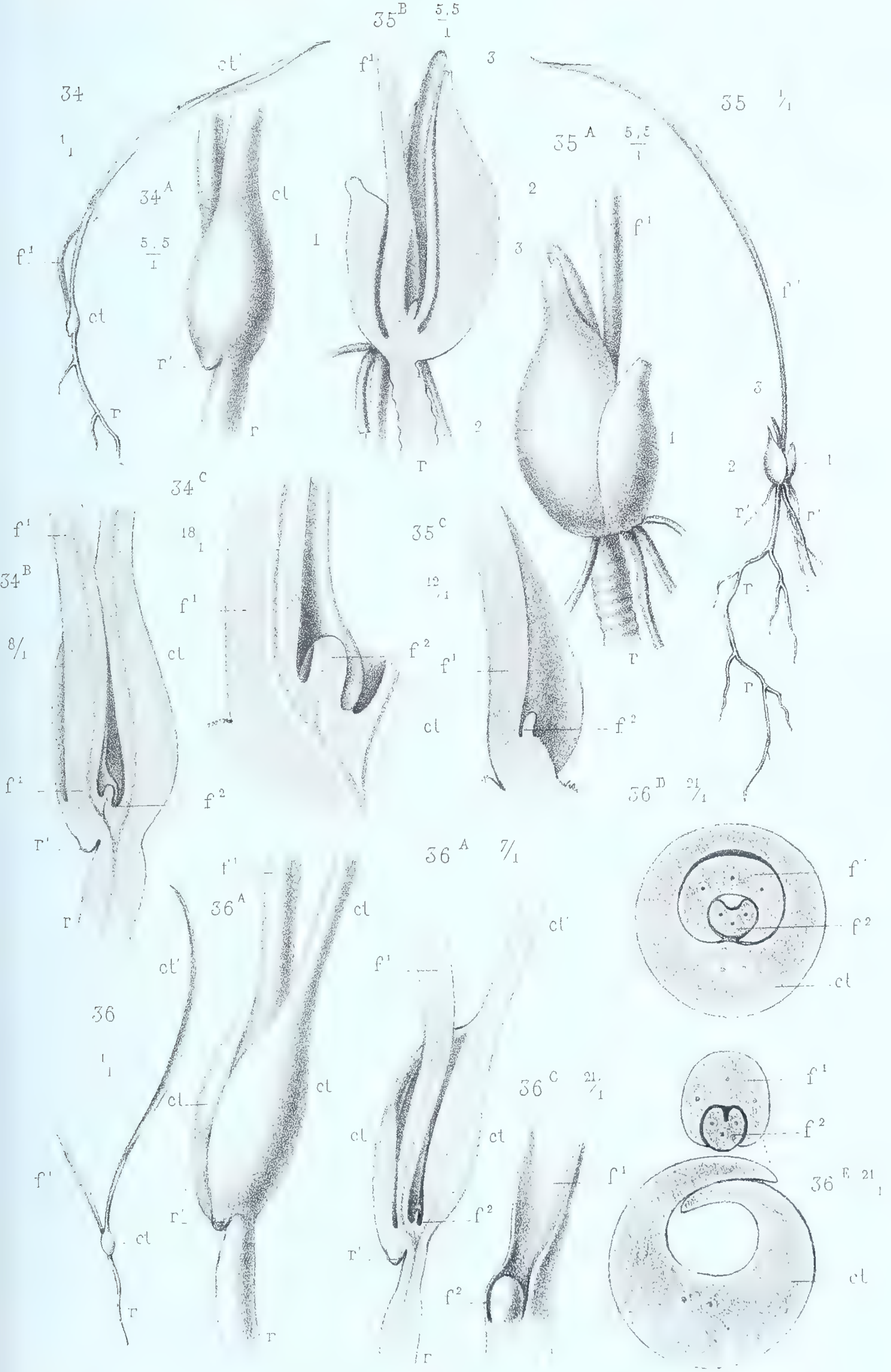
P. D. del.t
Imp. Becquet, Paris.
Delahaye lith.

Bulbes des Lis.


22
1/1
ct
ct
f¹
t
r″
r′
r
22^A
3/1
ct
f¹
t
r
r′
r′
22^B
4/1
ct
f¹
f²
f³
t
r′
21^B
6/1
ct
f¹
f²
t
r″
r″
24
1,5/1
d
c
b
e
ct
24^B
8/1
f
24^A
2/1
f
d
b
c
b
ct
23
1/1
f
c
c
23^A
6,5/1
f
b
d
e
26
1,5/1
a²
a¹
ct
r″
r″
r″
r
r
26^A
3/1
f
a¹
ct
f¹
r″
r″
r
26^B
16/1
f
f′
25
1/1
a³
a²
a¹
ct
r″
r″

P.D. del.t Imp. Becquet Paris. Delahaye lith.

Bulbes des Lis

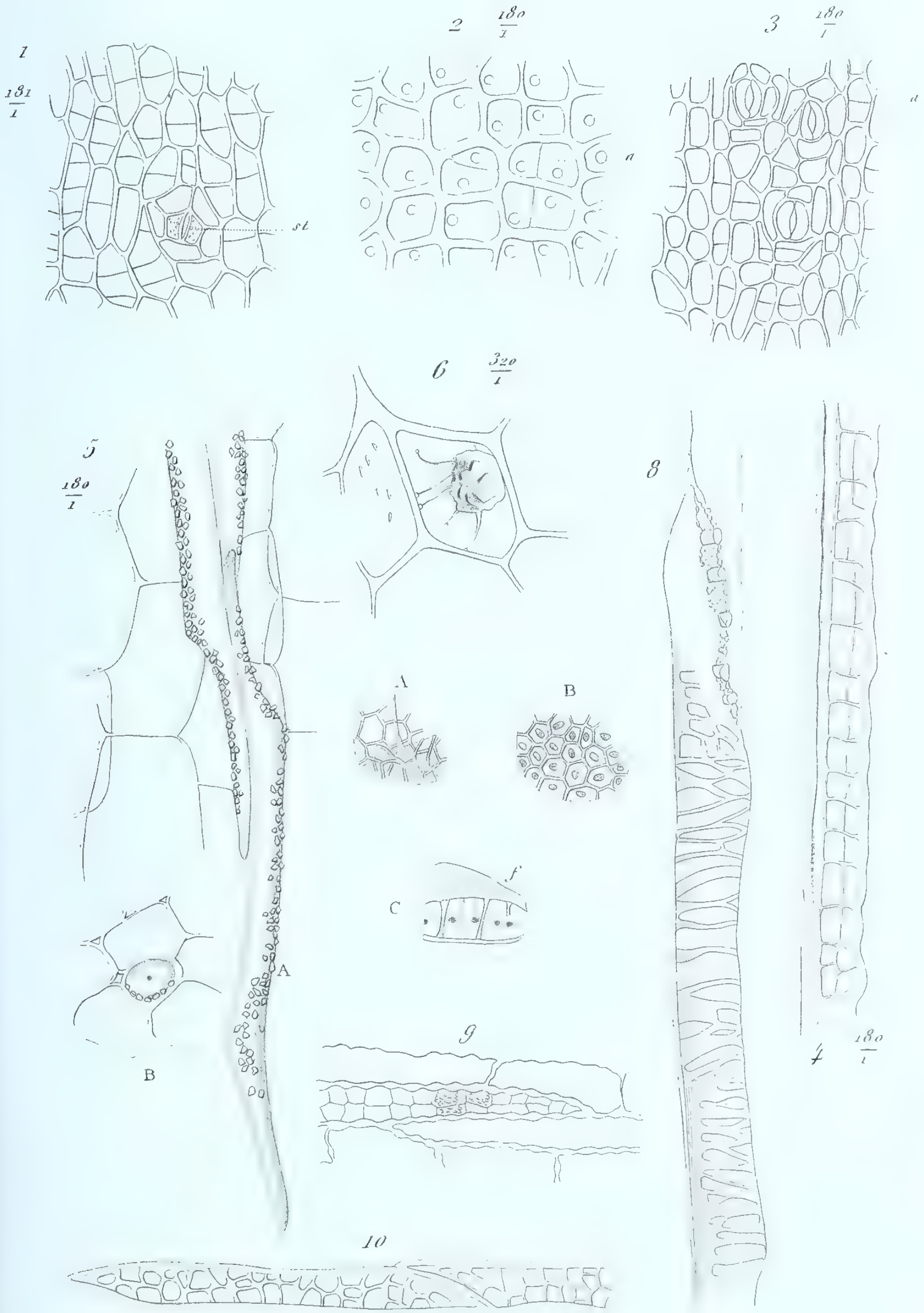

35B 5,5/1
ct'
f1
3
34
1/1
35 1/1
35A 5,5/1
34A
ct
5.5/1
1
2
f1
f1
3
f'
ct
r'
r
r
1
3
r
2
1
2
r'
r'
34C
r
35C
18/1
12/1
f1
34B
f1
r
8/1
ct
f2
f1
r
ct
f2
f1
f2
36D 21/1
r'
36A 7/1
f1
36A
ct
ct'
f'
r
f2
ct'
f1
ct
36
1/1
ct
ct
36C 21/1
f1
ct
ct
f2
f'
f1
36E 21/1
ct
r'
f2
r'
ct
f2
r
r
r

P.D. del.t

Imp. Becquet, Paris.

Delahaye lith

Bulbes des Lis.


1
181/1
st
2
180/1
a
3
180/1
a
6
320/1
5
180/1
8
A
B
C
f
A
B
9
4
180/1
10

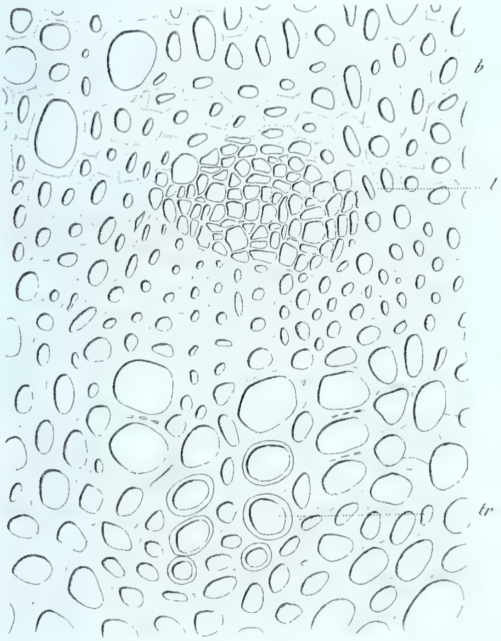
J. V. del.

Pierre sc.

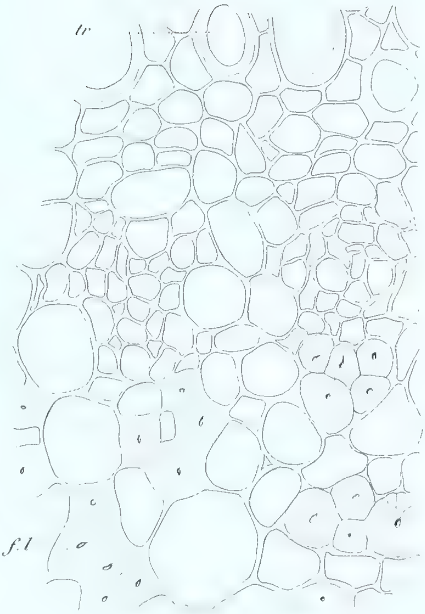
Anatomie comparée de l'Ecorce.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris

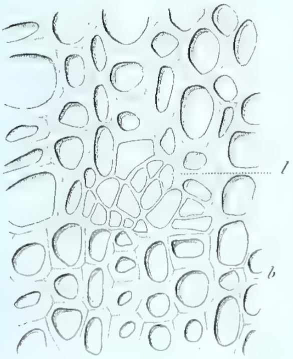
1



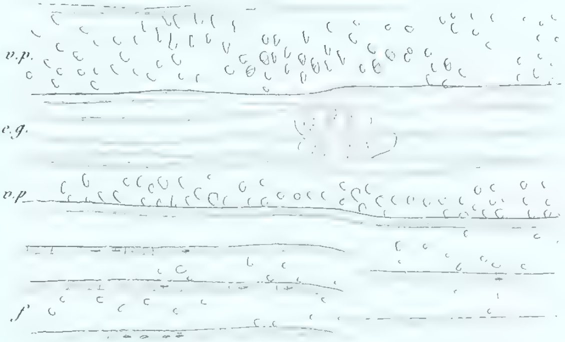
2

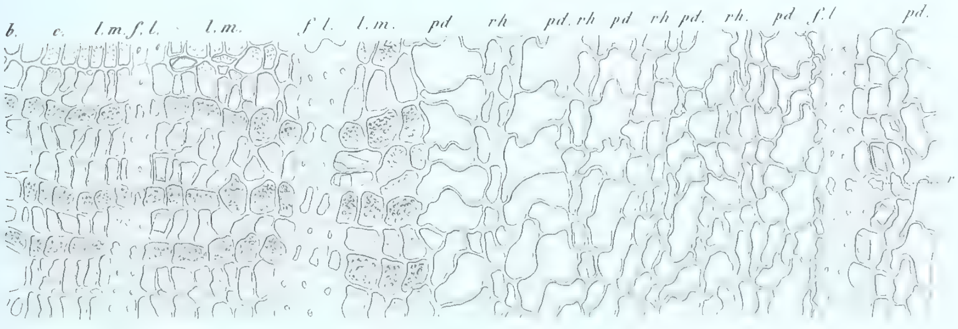


3



4




b.
c.
l.m.
f.l.
l.m.
f.l.
l.m.
pd
rh
pd.
rh
pd
rh
pd.
rh.
pd
f.l
pd.

5

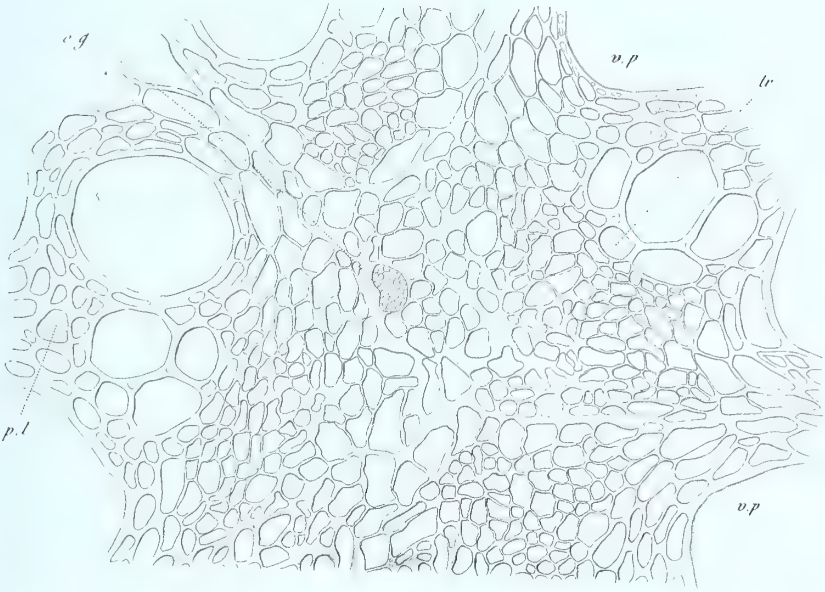
J. V. del. Pierre sc.

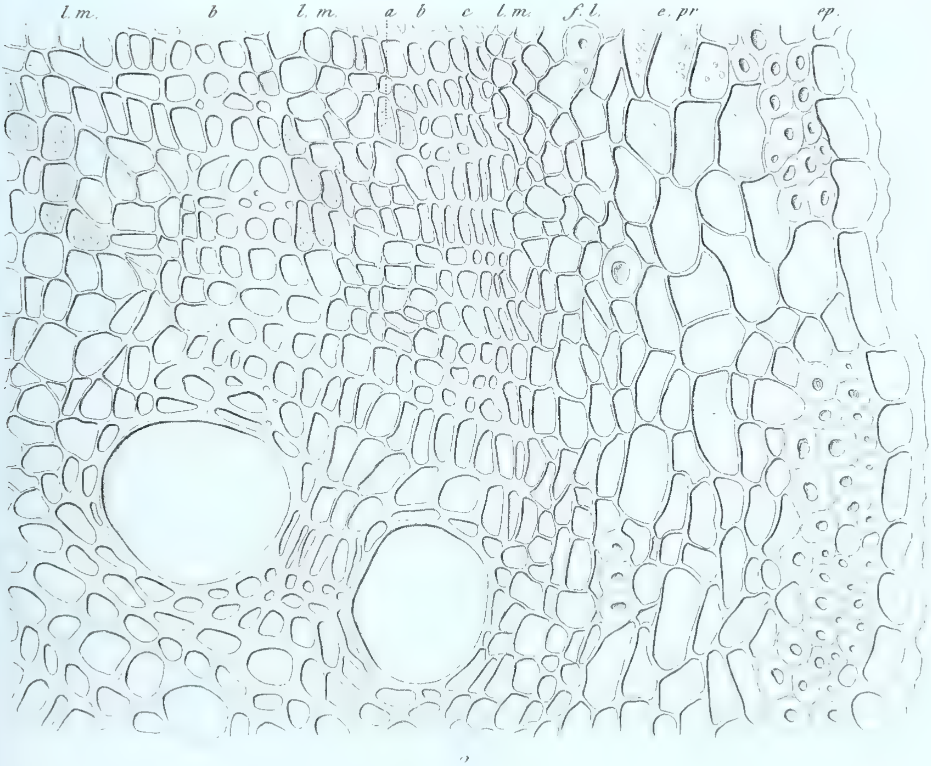
Anatomie comparée de l'Écorce.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

1


c.g
v.p
lr
p.l
v.p


l.m.
b
l.m.
a
b
c
l.m.
f.l.
e.pr
ep.

2

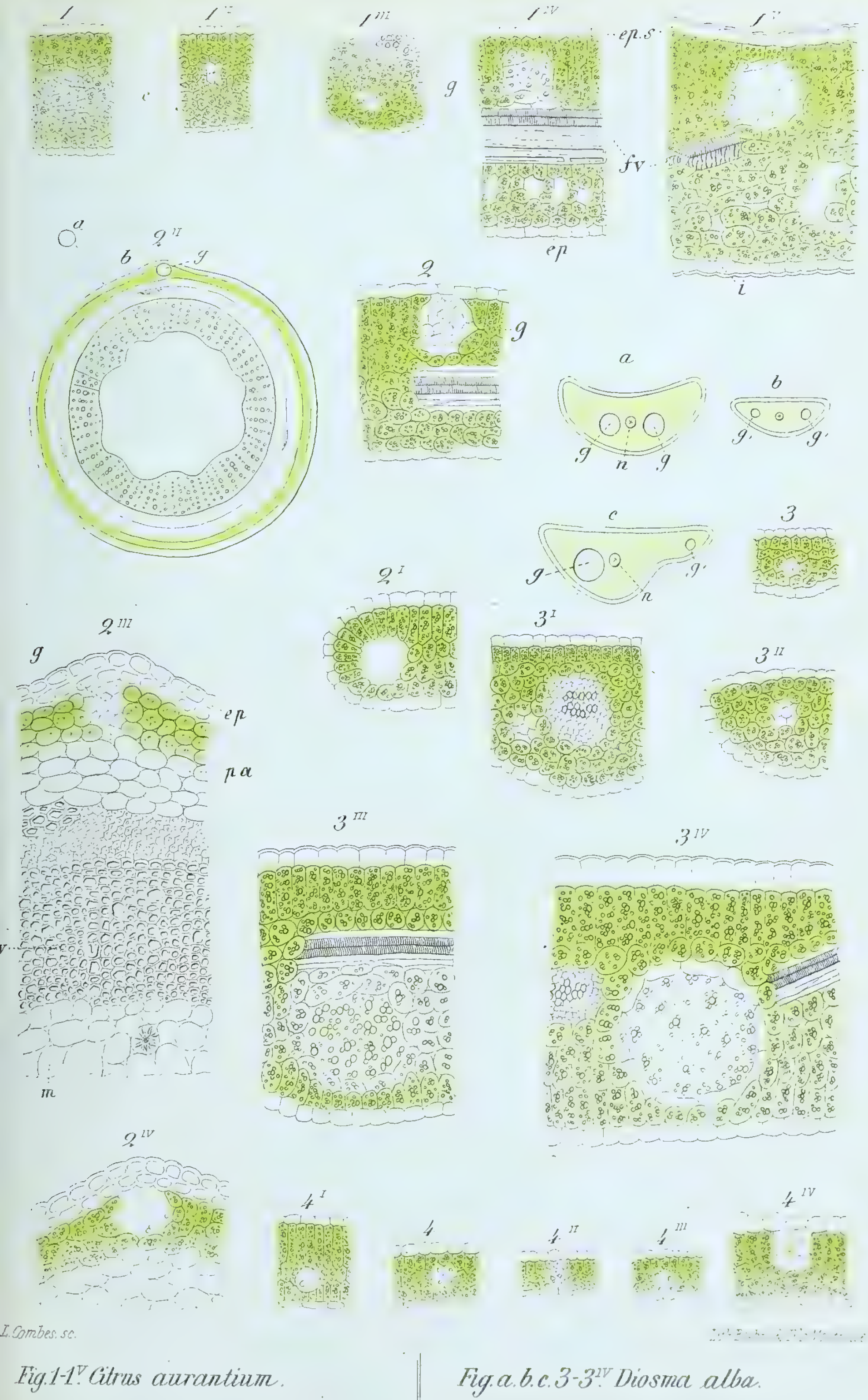
J.V. del.

Pierre sc.

Anatomie comparée de l'Écorce.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


1
1 II
1 III
1 IV
1 V
ep.s
c
g
fv
ep
i
a
2 II
b
g
2
a
g
n
g
b
g'
g'
c
g
g'
n
3
2 I
3 I
3 II
2 III
g
ep
pa
m
3 III
3 IV
2 IV
4 I
4
4 II
4 III
4 IV

L. Combes. sc.

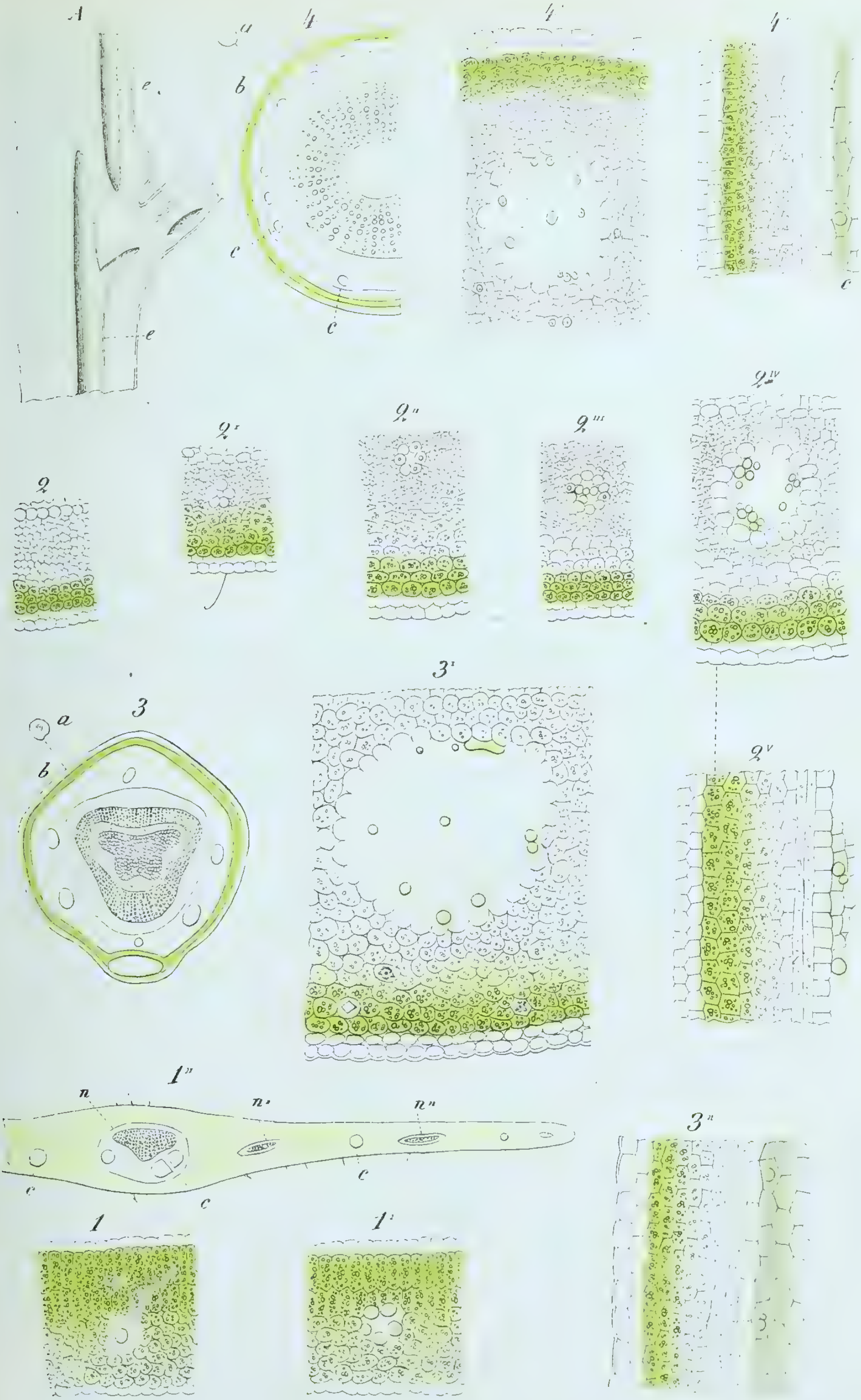
Fig. 1-1^{V}. Citrus aurantium.

Fig. 2-2^{IV}. Ruta angustifolia.

Fig. a. b. c. 3-3^{IV}. Diosma alba.

Fig. 4-4^{IV}. Hypericum perforatum.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


A
e
e
a
4
b
c
c
4'
4''
c
2
2'
2''
2'''
2IV
3
a
b
3'
2V
1''
n
n'
n''
c
c
c
c
3''
1
1'

L. Combes, sc.
Lith. Boehm & Fils, Montpellier

Schinus Molle.

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

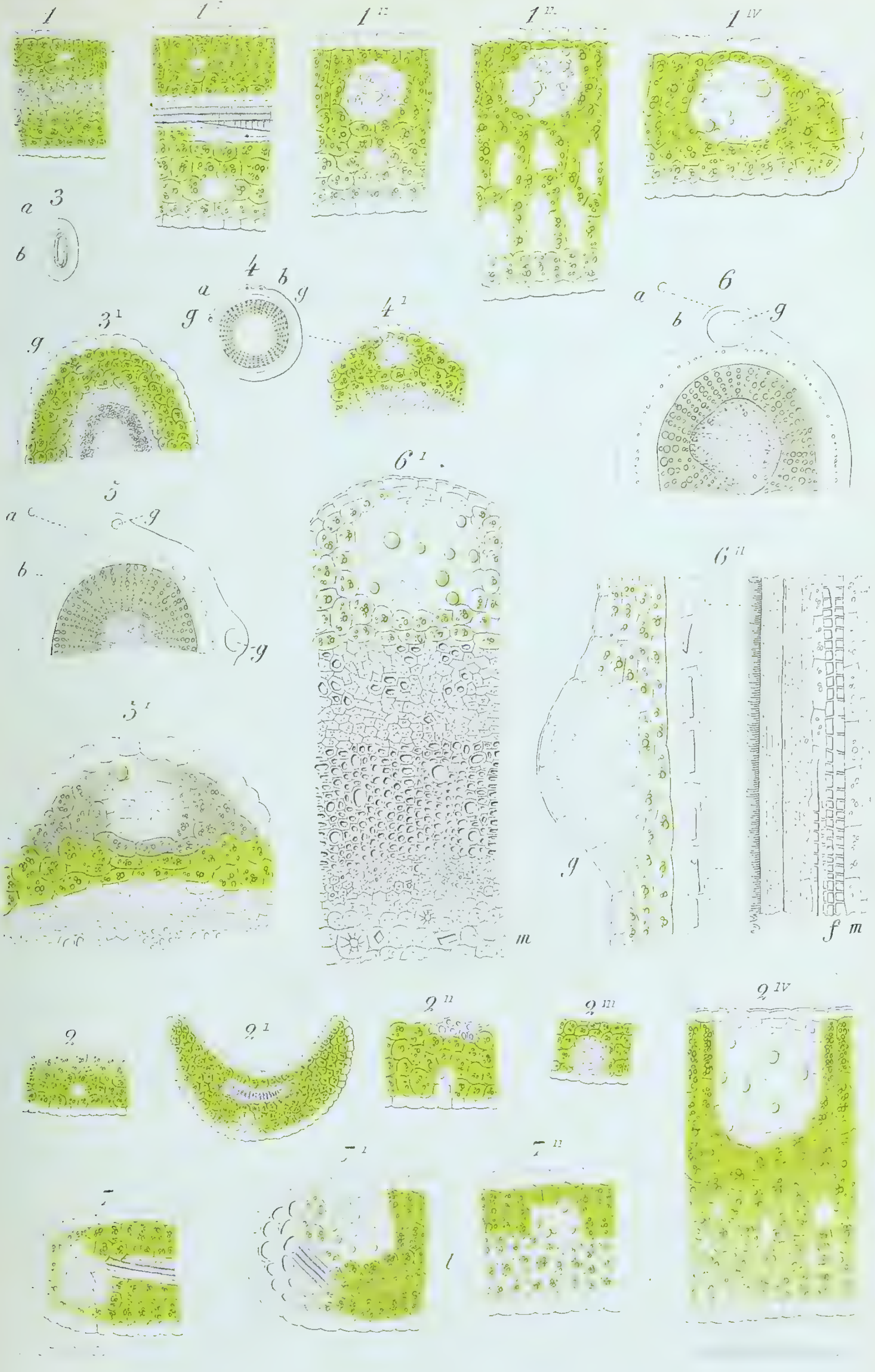
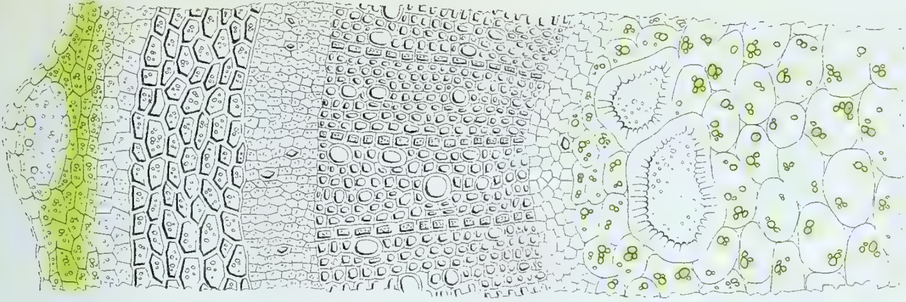

1
1^{I}
1^{II}
1^{III}
1^{IV}
3
a
b
4
a
b
g
g
3^{I}
4^{I}
6
a
b
g
6^{I}
5
a
g
b
g
6^{II}
g
5^{I}
f
m
m
2
2^{I}
2^{II}
2^{III}
2^{IV}
7
7^{I}
l
7^{II}

Fig. 1-1^{IV} Myrtus communis. | Fig. 2-6^{II} Eucalyptus Resdoni.

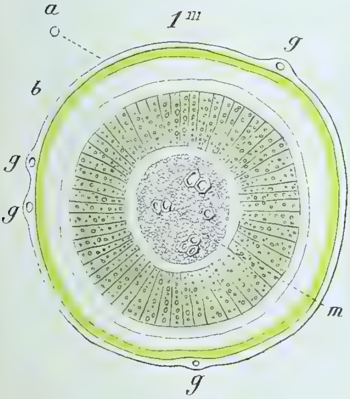
Fig. 7-7^{II} Eucalyptus globulus.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

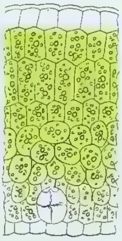
1^{IV}



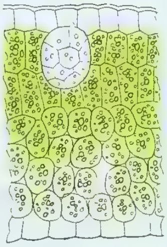
1^{III}



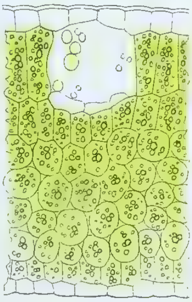
1



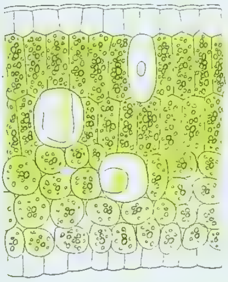
1^{I}



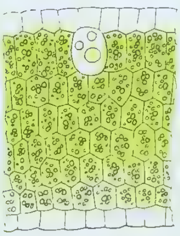
1^{II}



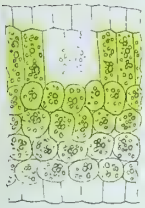
2^{III}



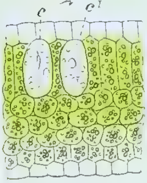
2^{II}



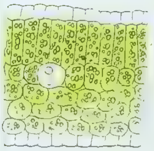
2^{I}



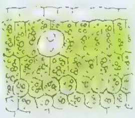
2



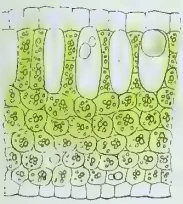
3



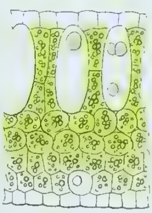
3^{I}



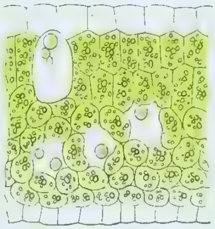
4



4^{I}



4^{II}



L. Combes. sc.

Fig. 1-1^{IV} Psidium montanum.
Fig. 3-3^{I} Laurus benzoïn.

Fig. 2-2^{III} Laurus nobilis.
Fig. 4-4^{II} Laurus Camphora.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY